

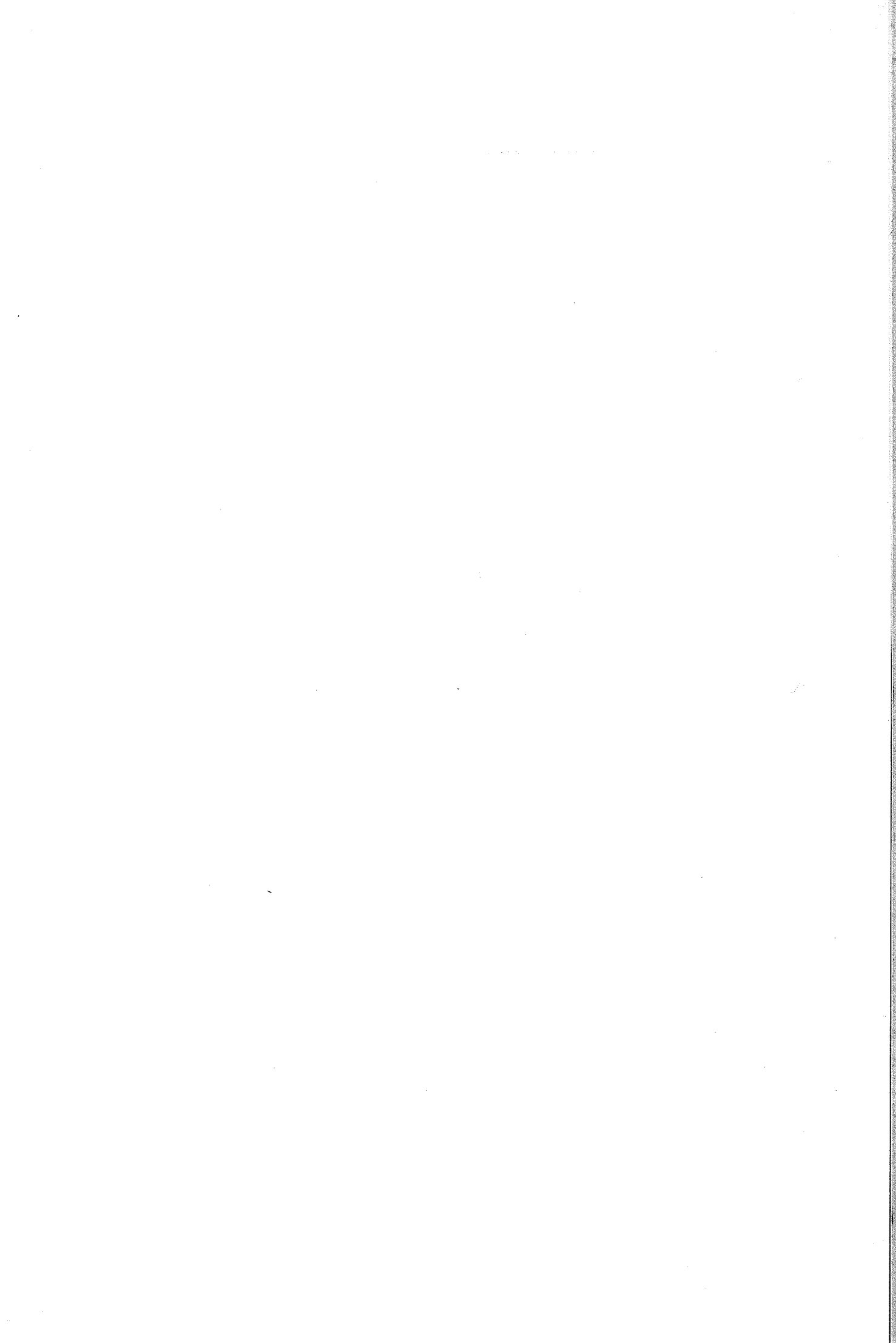
DINAMICA DE LA
INVESTIGACION
MULTIDISCIPLINAR
SOBRE NUEVOS
MATERIALES EN
ESPAÑA.

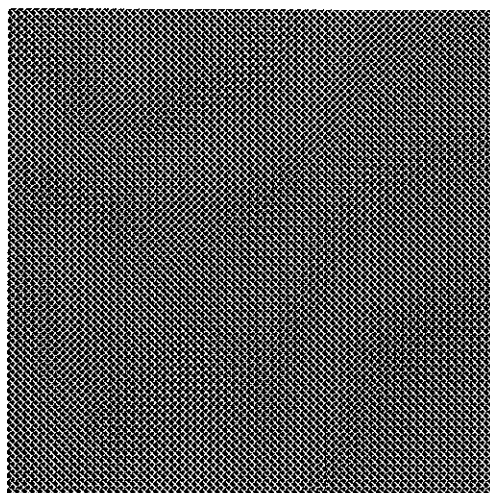
UN ANALISIS
BIBLIOMETRICO.

Aida Méndez Miaja
M^a Angeles Insúa Farré
Isabel Gómez Caridad
Godofredo López Aguado
Carmen Refolio Refolio



CINDOC
Centro de Información y
Documentación Científica

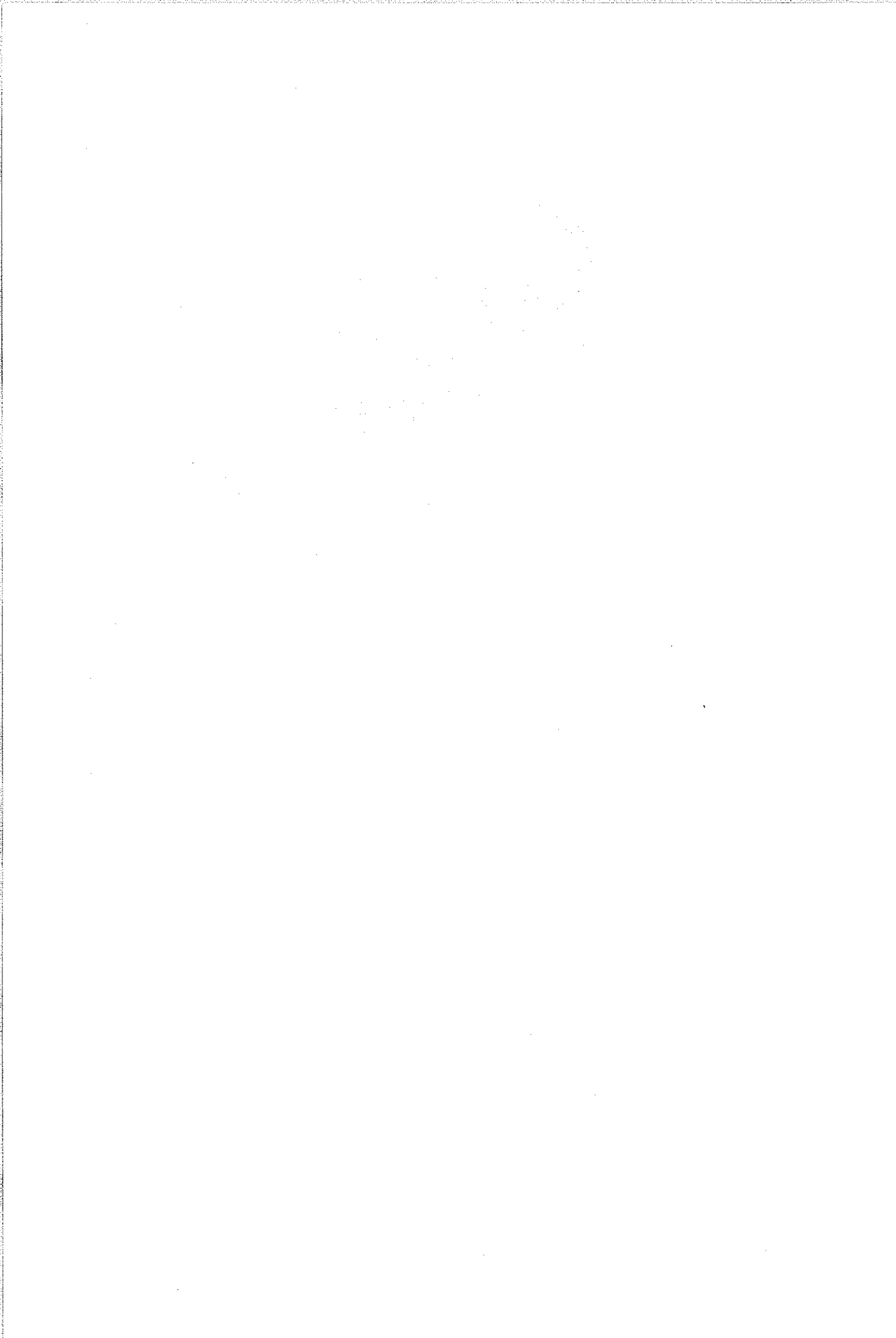




DINAMICA DE LA INVESTIGACION MULTIDISCIPLINAR SOBRE NUEVOS MATERIALES EN ESPAÑA.

UN ANALISIS BIBLIOMETRICO.

Aida Méndez Miaja
Institut d'Estudis Avançats de les Illes Balears CSIC/UIB
M^a Angeles Insúa Farré
Universitat de les Illes Balears. Servei de Biblioteca i Documentació
Isabel Gómez Caridad
Centro de Información y Documentación Científica. CSIC
Godofredo López Aguado
Centro de Información y Documentación Científica. CSIC
Carmen Refolio Refolio
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid. CSIC



**DINAMICA DE LA INVESTIGACION
MULTIDISCIPLINAR SOBRE NUEVOS
MATERIALES EN ESPAÑA.
UN ANALISIS BIBLIOMETRICO**

Méndez, A.

Institut d'Estudis Avançats de les Illes Balears CSIC/UIB.

Insua, A.

Universitat de les Illes Balears. Servei de Biblioteca i Documentació.

Gómez, I.

Centro de Información y Documentación Científica. CSIC.

López, G.

Centro de Información y Documentación Científica. CSIC.

Refolio, C.

Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid. CSIC.

© CINDOC
CINDOC. CENTRO DE INFORMACION Y
DOCUMENTACION CIENTIFICA
Joaquín Costa, 22
28002 Madrid
Teléfonos (91) 563 54 82-87
Fax: (91) 564 26 44
ISBN: 84-00-07345-2
Depósito legal: M. 8680-1993
Impreso en España por Graesal
Fotocomposición: Lasercom, S. L.

INDICE DE CAPITULOS

	Págs.
CAPITULO 1. INTRODUCCION A LOS INDICADORES BIBLIOMETRICOS. METODOLOGIA.	
1.1	Introducción 1
1.2	Indicadores bibliométricos de la actividad científica 1
1.3	Delimitación de la población objeto del análisis o que es ciencia de materiales 3
1.4	Material y métodos 4
CAPITULO 2. INDICADORES OBTENIDOS A PARTIR DEL SCIENCE CITATION INDEX.	
2.1	Tipología de los documentos 6
2.2	Subcampos científicos en los que han publicado los españoles 6
2.3	Distribución de la producción científica por institución y subcampo científico 6
2.4	Índice de actividad relativo por institución y subcampo científico 7
2.5	Índice de coautoría. ¿Ha crecido el tamaño de los grupos de investigación? 10
2.6	La cooperación científica 13
2.7	Las redes de investigación. Su importancia en el fortalecimiento del sistema investigador 14
2.8	La colaboración internacional 15
2.9	¿Se publica en revistas de factor de impacto más alto? ¿El aumento cuantitativo ha supuesto una mejora cualitativa? 16
CAPITULO 3. INDICADORES DE LOS SUBCAMPOS CIENTIFICOS	
3.1	Física de la materia condensada 17
3.2	Química inorgánica 20
3.3	Ciencia de materiales 23
3.4	Química-física 26
3.5	Polímeros 29
3.6	Química orgánica. 32
3.7	Química analítica 35
3.8	Cristalografía 37
3.9	Física 39
3.10	Física aplicada 42
3.11	Química 45
3.12	Materiales cerámicos 47
3.13	Metalurgia 49
CAPITULO 4. LA INVESTIGACION ESPAÑOLA DE MATERIALES EN EL ENTORNO INTERNACIONAL 51	
CAPITULO 5. LAS PUBLICACIONES SOBRE MATERIALES EN REVISTAS ESPAÑOLAS 54	
5.1	Revistas de publicación 54
5.2	Distribución de las publicaciones españolas por autonomía 59
CAPITULO 6. CONSIDERACIONES FINALES 61	
BIBLIOGRAFIA 62	



INDICE DE TABLAS

	Págs.
TABLA I: Distribución de documentos según tipología SCI	6
TABLA II: Distribución de artículos por subcampos científicos	7
TABLA III: Distribución por institución y subcampo científico 1985-86	8
TABLA IV: Distribución por institución y subcampo científico 1989-90	9
TABLA V: Índice de actividad relativo 1985-86	11
TABLA VI: Índice de actividad relativo 1989-90	12
TABLA VII: Cooperación con países extranjeros (número de documentos)	15
TABLA VIII: Física materia condensada (distribución por institución)	17
TABLA IX: Física materia condensada (índice de actividad)	17
TABLA X: Física materia condensada (revistas de publicación)	18
TABLA XI: Química inorgánica (distribución por institución)	20
TABLA XII: Química inorgánica (índice de actividad)	20
TABLA XIII: Química inorgánica (revistas de publicación)	21
TABLA XIV: Ciencia de materiales (distribución por institución)	23
TABLA XV: Ciencia de materiales (índice de actividad)	23
TABLA XVI: Ciencias de materiales (revistas de publicación)	24
TABLA XVII: Química física (distribución por institución)	26
TABLA XVIII: Química física (índice de actividad)	26
TABLA XIX: Química física (revistas de publicación)	27
TABLA XX: Polímeros (distribución por institución)	29
TABLA XXI: Polímeros (índice de actividad)	29
TABLA XXII: Polímeros (revistas de publicación)	30
TABLA XXIII: Química orgánica (distribución por institución)	32
TABLA XXIV: Química orgánica (índice de actividad)	32
TABLA XXV: Química orgánica (revistas de publicación)	33
TABLA XXVI: Química analítica (distribución por institución)	35
TABLA XXVII: Química analítica (índice de actividad)	35
TABLA XXVIII: Química analítica (revistas de publicación)	36
TABLA XXIX: Cristalografía (distribución por institución)	37
TABLA XXX: Cristalografía (índice de actividad)	37
TABLA XXXI: Cristalografía (revistas de publicación)	38
TABLA XXXII: Física (distribución por institución)	39
TABLA XXXIII: Física (índice de actividad)	39
TABLA XXXIV: Física (revistas de publicación)	40
TABLA XXXV: Física aplicada (distribución por institución)	42
TABLA XXXVI: Física aplicada (índice de actividad)	42
TABLA XXXVII: Física aplicada (revistas de publicación)	43
TABLA XXXVIII: Química (distribución por institución)	45
TABLA XXXIX: Química (índice de actividad)	45
TABLA XL: Química (revistas de publicación)	46
TABLA XLI: Materiales cerámicos (distribución por institución)	47
TABLA XLII: Materiales cerámicos (índice de actividad)	47
TABLA XLIII: Materiales cerámicos (revistas de publicación)	47
TABLA XLIV: Metalurgia (distribución por institución)	49
TABLA XLV: Metalurgia (índice de actividad)	49
TABLA XLVI: Metalurgia (revistas de publicación)	50
TABLA XLVII: Distribución de los «documentos relacionados» por subcampo científico ..	51
TABLA XLVIII: Factor de impacto español e internacional por subcampo científico	52

	Págs.
TABLA XLIX: Nivel de las revistas más utilizadas por los «documentos relacionados»	53
TABLA L: Anales de ingeniería mecánica	55
TABLA LI: Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio	56
TABLA LII: Materiales de construcción	57
TABLA LIII: Revista internacional de métodos numéricos para cálculo y diseño en ingeniería	58
TABLA LIV: Revista de plásticos modernos	58
TABLA LV: Revista de metalurgia	58
TABLA LVI: Distribución de los artículos españoles por autonomía y tema	59

INDICE DE FIGURAS

	Págs.
FIGURA 1: Índice de coautoría en el conjunto de documentos, la universidad y el CSIC en 1985-86	13
FIGURA 2: Índice de coautoría en el conjunto de documentos, la universidad y el CSIC en 1989-90	13
FIGURA 3: Índice de colaboración expresado por el número de documentos firmados por una institución y el número de documentos con varias instituciones por subcampo científico en 1985-86	13
FIGURA 4: Índice de colaboración expresado por el número de documentos firmados por una institución y el número de documentos con varias instituciones por subcampo científico en 1989-90	13
FIGURA 5: Índice de colaboración interinstitucional expresado en porcentaje de documentos con 2, 3, 4 y 5 instituciones (españolas o extranjeras) por subcampo científico en 1985-86	14
FIGURA 6: Índice de colaboración interinstitucional expresado en porcentaje de documentos con 2, 3, 4 y 5 instituciones (españolas o extranjeras) por subcampo científico en 1989-90	14
FIGURA 7: Redes de cooperación nacionales en los años 1985-86 y 1989-90	14
FIGURA 8: Variación cuantitativa (número de documentos) y cualitativa (factor de impacto medio) por subcampo científico	16
FIGURA 9: Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en física de la materia condensada	19
FIGURA 10: Red de colaboraciones internacionales en física de la materia condensada ..	19
FIGURA 11: Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en química inorgánica	22
FIGURA 12: Red de colaboraciones internacionales en química inorgánica	22
FIGURA 13: Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en ciencia de materiales	25
FIGURA 14: Red de colaboraciones internacionales en ciencia de materiales	25
FIGURA 15: Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en química física	28
FIGURA 16: Red de colaboraciones internacionales en química física	28
FIGURA 17: Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en polímeros	29
FIGURA 18: Red de colaboraciones internacionales en polímeros	31
FIGURA 19: Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en química orgánica	33
FIGURA 20: Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en química analítica	36
FIGURA 21: Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en cristalografía	38
FIGURA 22: Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en física ...	41
FIGURA 23: Red de colaboraciones internacionales en física	41
FIGURA 24: Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en física aplicada	43
FIGURA 25: Red de colaboraciones internacionales en física aplicada	44
FIGURA 26: Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en química ..	46
FIGURA 27: Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en materiales cerámicos	48
FIGURA 28: Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en metalurgia	49
FIGURA 29: Evolución temporal del número de artículos aparecidos en revistas españolas	54



CAPITULO 1

INTRODUCCION A LOS INDICADORES BIBLIOMETRICOS. METODOLOGIA

1.1 INTRODUCCION

La aplicación de técnicas de tratamiento y difusión de la información ha producido en los últimos años un aumento cualitativo en la cantidad de información disponible y en el grado de organización de la misma. Esto ha facilitado el desarrollo de áreas multidisciplinarias al permitir el acceso a resultados relevantes entre campos distantes de la ciencia, por medio de sus características, palabras clave, etc., y la rápida aplicación industrial de los nuevos conocimientos a través de consultas a los bancos de datos factuales.

Simultáneamente se ha hecho posible el imprescindible seguimiento de la actividad investigadora y el conocimiento de los resultados obtenidos y potencialmente aplicables. Tratar de determinar, a través de los trabajos publicados, cómo evoluciona el flujo de conocimientos desde la investigación básica hasta el desarrollo y su aplicación es uno de los objetivos de la bibliometría.

Uno de los campos multidisciplinarios citados, de especial incidencia en la sociedad, es el de ciencia de materiales, algunas de cuyas peculiaridades se considera útil enumerar a continuación.

Horizontalidad, por el amplio espectro de disciplinas que comprende. Al desarrollarse en estrecha conexión con otros campos de la ciencia abarca amplios sectores de la investigación en física y química, e incluso en biología, como es el caso de los biomateriales.

Extensión en la dirección investigadora básica-desarrollo industrial, pues va desde la investigación fundamental en teoría y experimento hasta el diseño último del material y de su proceso de producción en cada una de las subdisciplinas que la constituyen.

Presenta un *amplio espectro de aplicaciones industriales*, pues es raro el caso de una actividad industrial en la que los materiales no juegan un papel decisivo y los aspectos científicos y tecnológicos no son fácilmente separables.

Dinamismo, que se lo confieren la diversidad de materiales estudiados y de las técnicas aplicadas y su interrelación con problemas básicos y teóricos. Este

dinamismo se manifiesta, por ejemplo, en la aparición imprevista de nuevos fenómenos que pueden cambiar completamente el paradigma científico, como es el caso de los superconductores, cerámicas tenaces, etc., y en los cambios que se producen cuando se aplican nuevas técnicas de estudio como, por ejemplo, cuando se empezó a utilizar la radiación sincrotrón.

Pero la vigencia de los nuevos procesos y descubrimientos es, en general, muy limitada en el tiempo. Es, pues, de la mayor importancia instrumentar procedimientos o parámetros que nos localicen o sitúen un resultado científico, dato o información determinados, de manera que indiquen el área de conocimiento, disciplina y subdisciplina a que pertenecen, así como el punto en que se encuentra en el camino que separa la investigación de laboratorio y las cadenas de producción. De una forma general se puede dividir este camino en los tres tramos clásicos de investigación básica, de desarrollo y producción o explotación.

En esta monografía se emplea el *índice de actividad* por subcampo científico para clasificar la naturaleza de la información contenida. Este índice permite presentar un verdadero espectro de la actividad en cada uno de los tramos estudiados. Si se pudiese relacionar la variación con el tiempo de los espectros de índice de actividad correspondientes a los tres tramos mencionados podría seguirse el flujo de conocimiento de una etapa a otra, lo que permitiría retroalimentar el sistema I+D dirigiéndolo hacia etapas de mayor esperanza de éxito.

1.2 INDICADORES BIBLIOMETRICOS DE LA ACTIVIDAD CIENTIFICA

Es indudable que el fin último de la actividad investigadora no es el de publicar artículos, libros, informes científicos o el de solicitar patentes; al menos no es ello lo que la sociedad, como sustentadora de la investigación, ni la comunidad científica, como eje-

cutora de la misma, tienen como meta. El objetivo quizás puede expresarse como el deseo de alcanzar un beneficio material, moral e intelectual con el aumento del conocimiento. Sin embargo, son justamente las publicaciones científicas el producto más tangible de la actividad investigadora y el que le confiere una de sus características singulares, el «comunismo», entendido por Merton (1), en el que la publicación pone el conocimiento al alcance de todos.

Hasta tal punto la publicación científica es un rasgo inherente a la investigación que algunos autores (2) solamente conceden el título de investigador a la persona que es autor de alguna publicación. Aun así, sería una simplificación igualar la actividad investigadora de una persona, institución, país o región con su número de publicaciones; supondría ello cerrar los ojos a una enorme variedad de valor añadido de la investigación que se proyecta en actividad docente, cultural, social y artística de su entorno. Basta comparar dos ciudades de aproximadamente el mismo tamaño, una que albergue a una universidad o a un centro de investigación y otra que no lo tenga. Es preciso hacer esta reflexión porque este estudio va a dedicarse a las publicaciones científicas y se puede correr el riesgo de evaluar la investigación atendiendo exclusivamente a este parámetro.

Las publicaciones suponen el canal de difusión de los resultados de la investigación más eficiente y con mayor arraigo en la comunidad científica. Tienen el enorme valor de ser «publicadas» y por ello han podido generarse las bases internacionales de datos bibliográficos, almacenadas en soporte magnético y accesibles, teóricamente, desde cualquier centro investigador del mundo. Ello quiere decir que el que la literatura científica de un país se encuentre introducida en una base internacional significa que alcanza unas posibilidades de difusión mayores que la revista o el libro. Habitualmente las bases de datos almacenan las referencias bibliográficas de la literatura científica que incluyen (revistas, libros, resúmenes de conferencias, informes, patentes, etc.).

Entre las bases de datos destaca el Science Citation Index (SCI), que tiene la particularidad de introducir también las referencias que acompañan a los artículos científicos. Con ello genera unos ficheros relacionados que pueden utilizarse para saber qué bibliografía ha utilizado un artículo científico o quién ha sido citado (referenciado por quién). En general, las bases bibliográficas ofrecen tal riqueza de información que constituyen unas fuentes adecuadas para los estudios cuantitativos sobre la ciencia, la llamada ciencia de la ciencia.

El análisis bibliométrico que aquí se presenta consta de dos partes. En la primera se ha utilizado el SCI (editado en disco compacto) para obtener la bibliografía española referente a ciencia de materiales, y en la segunda parte se utilizó el Índice Español en Ciencia y Tecnología, base bibliográfica que procesa las revistas españolas.

Parece lógico el justificar por qué se han utilizado estas bases de datos y no otras.

La base de datos SCI, con una estructura completamente distinta a la de las demás bases de datos, tal como se indicó anteriormente, constituye una fuente especial para realizar análisis bibliométricos y por ello es la más ampliamente empleada por investigadores de todos los países para este fin (3, 4, 5, 6, 7). En primer lugar, el criterio de selección de las revistas que incluye se basa en las referencias que los autores hacen de las propias revistas científicas. Es decir, es un conjunto de revistas que los investigadores utilizan y además referencian. Las citas que reciben las revistas garantizan que éstas transmiten una información útil y utilizada. El SCI procesa unas 3.500 revistas de ciencias naturales y ciencias de la vida que pueden considerarse como las portadoras de información más importantes en el ámbito investigador internacional.

Sin embargo, ha de mencionarse que, aun siendo una base de datos que tiene gran popularidad, está sometida a duras críticas así, por ejemplo, las revistas que introduce son mayoritariamente en lengua inglesa, con lo que las revistas escritas en otros idiomas están en gran desventaja a la hora de participar en lo que llaman «main stream». En este momento solamente hay cinco revistas españolas del área de ciencias de la vida. Los *Anales de Química*, los de *Física*, *Afinidad* y algún otro título que durante algún tiempo formaron parte de esa base de datos ya no están incluidas. Es cierto que en España la investigación a que se dedica este estudio se publica principalmente en revistas de lengua inglesa, pero no en todos los campos científicos sucede esto; toda la investigación con algún componente local suele publicarse en revistas nacionales y esto no solamente ocurre en España.

Finalmente, si bien el valor de la cita como medida de calidad científica es motivo de continuas discusiones, parece existir unanimidad al considerar la cita como medida parcial del impacto (utilidad, importancia, visibilidad) de una publicación. En cualquier caso, esta base de datos proporciona este impacto de las revistas, agrupadas por subcampos científicos, indicador ampliamente aceptado en los estudios bibliométricos.

Otro indicador que hemos utilizado para dar una información de cuán básica o aplicada es la investigación que se ha publicado se refiere al nivel más o menos básico de la revista en que apareció el artículo. Este indicador ha sido introducido por Narin (8, 9) y se basa en el razonamiento siguiente: cada revista científica, a través de las referencias que hace a otras revistas, está situada en un determinado entorno científico. Esta observación llevó a Narin a formar algo así como familias de revistas agrupadas en torno a unos prototipos que escogió para definir cuatro niveles de investigación. El nivel 1 corresponde a tecnología aplicada. La revista prototipo fue el *J. Iron & Steel Instruments*. El nivel 2 atiende a ciencia tecno-

lógica y de ingeniería y las revistas prototipo han sido *Journal Nuclear Science and Technology* y *Proceedings of the IEEE*. El nivel 3 corresponde a ciencia aplicada y la revista prototipo es el *Journal of Applied Physics*, y el nivel 4, que supone la investigación básica, está representado por *Physical Review*. Los cuatro niveles no se refieren a los subcampos científicos, sino a las revistas. La investigación de un campo científico puede publicarse en cualquiera de los niveles. Atendiendo, pues, a estas ideas, Narin ha presentado una clasificación de 3.000 revistas del SCI en 1982. No se ha realizado posteriormente ninguna otra reclasificación atendiendo a nivel de revista; el listado que se ha utilizado en este estudio es el que nos ha proporcionado amablemente Narin.

Al emitir juicios sobre la «cantidad» de investigación reflejada en una base de datos o al pretender relacionar esta cantidad con medidas cuantitativas de input, tales como número de investigadores o dinero invertido, ha de tenerse en cuenta que la producción científica de una institución, de un país, etc., que está en la base de datos no es la total del país; las bases de datos no son exhaustivas. La producción científica que obtenemos de una base de datos es siempre por defecto.

El utilizar el SCI ha permitido hacer una comparación entre los investigadores españoles presentes en esa base de datos y los investigadores extranjeros que tienen una característica común con los autores españoles, y esta característica es que utilizan unas fuentes bibliográficas comunes. El SCI en disco compacto ofrece la singularidad de identificar para cada registro bibliográfico de un determinado año otros registros del mismo año que tienen referencias comunes con él. Estos registros, denominados «related records» suponen conjuntos de autores que, por utilizar una bibliografía en común, tienen grandes probabilidades de trabajar en temas afines.

Algunos autores que han estudiado las posibilidades de detectar los «pares» de un grupo de investigación empleando los «related records» han obtenido resultados interesantes (10).

En nuestro caso se pretende comparar las publicaciones españolas de 1990 con sus «related records». Es decir, se ha identificado en el conjunto de la bibliografía que se encuentra en el disco compacto de 1990 la población de autores que en sus publicaciones durante ese año han utilizado dos o más referencias comunes con los investigadores españoles.

Con respecto al Índice Español en Ciencia y Tecnología, base de datos que procesa alrededor de 450 publicaciones periódicas españolas, ha de decirse que en el momento actual de depreciación de las revistas científicas españolas puede parecer un trabajo exento de todo interés el proceder a un análisis de las mismas. A nuestro juicio, sin embargo, nos ha parecido interesante el poner de manifiesto cuáles son las revistas españolas que actúan como transmisoras de investigación, a qué instituciones pertenecen sus auto-

res, si son los mismos que publican en revistas extranjeras o se trata de dos poblaciones distintas y si las publicaciones españolas, por su contenido, están relacionadas con las industrias españolas de elaboración de materiales.

1.3 DELIMITACION DE LA POBLACION OBJETO DEL ANALISIS BIBLIOMETRICO O QUE ES CIENCIA DE MATERIALES

Al comenzar un análisis bibliométrico, la primera cuestión que se plantea es la elección de una muestra representativa del tema que se pretende estudiar. La definición del campo o subcampo científico es delicada porque las fronteras que lo van a limitar resultan artificiales. Cuando se utilizan bases de datos como fuente de recogida de la bibliografía que se precisa, puede hacerse uso de la propia clasificación de estas bases, de las palabras clave que utilizan o, en el caso del SCI, suelen emplearse los conjuntos de revistas que esta base de datos agrupa bajo distintos epígrafes.

Nuestra experiencia nos ha enseñado que la delimitación de un campo científico es diferente de una base de datos a otra (11, 12) y que la definición a través de los investigadores que trabajan en un determinado subcampo científico da lugar a una diversidad de subcampos si se tienen en cuenta las revistas en que publican (13).

La definición se complica si, como en el caso de ciencia de materiales, se trata de una investigación interdisciplinar, en la que intervienen la física y la química del estado sólido, metalurgia, cerámica, física de polímeros, óptica, etc.

Las conversaciones y entrevistas mantenidas con diferentes investigadores, que trabajaban en una u otra disciplina, y con los que habían participado en la elaboración del Programa de Nuevos Materiales ampliaban el campo de estudio sin límites.

La delimitación de la muestra constituyó, pues, una de nuestras mayores preocupaciones y fue objeto de numerosas pruebas. Se pretendía, por una parte, incluir a todos aquellos grupos cuya investigación estaba directamente relacionada con nuevos materiales. Sin embargo, por el hecho de que una parte de la investigación en polímeros estuviese dirigida a materiales, no parecía correcto considerar toda la investigación española de polímeros como nuevos materiales; lo mismo podía decirse de química inorgánica o física de la materia condensada.

Una estrategia más objetiva podría basarse en el uso de las revistas clasificadas como ciencia de materiales por el SCI o de los códigos de clasificación de las bases de datos INSPEC o Physics Briefs. En el primer caso, se obtuvo un número de referencias muy limitado, ya que se perdían todas las publicaciones en otros subcampos científicos.

Una de las autoras, durante su estancia en el Centre for Science and Technology Studies de Leiden, bien conocido por sus investigaciones bibliométricas, tuvo la ocasión de hacer algunos ensayos de «cluster» (racimos constituidos por documentos que acumulan gran número de citas y por los artículos citantes) con las revistas de Materials Science del SCI. El resultado no pareció satisfactorio debido a la escasa presencia de España en los «cluster». La propia metodología de construcción de los «cluster» supone reducir en gran medida la muestra de partida.

Tanto la base de datos INSPEC como Physics Briefs han elaborado clasificaciones propias que se aplican a cada uno de los artículos publicados en las revistas que procesan. La recuperación de la bibliografía ha de hacerse ajustando la clasificación de los propios materiales a la codificación empleada por la base de datos. Esta estrategia de búsqueda había sido utilizada recientemente en la elaboración de la ponencia física de materiales por Baltá Calleja et al. (14), autores que añadieron a la búsqueda bibliográfica realizada en INSPEC y el Chemical Abstracts los artículos publicados en 89 revistas del Science Citation Index, pertenecientes a nueve subcampos científicos. Los autores analizan 702 publicaciones del período 1982-87 y las relacionan con la financiación, por parte de la CAICYT, de 97 proyectos de investigación, con un monto que alcanzó 995 millones de pesetas, durante el período 1983-85, y benefició a 311 investigadores, 22 pertenecientes a institutos del CSIC y el resto a diversas universidades.

El trabajo de Baltá et al. tiene el enorme interés de estar elaborado por expertos en física de materiales, con lo que la producción científica española la presentan distribuida por temas de investigación y comparada con la investigación internacional.

Nuestro estudio se ha planteado con unos objetivos diferentes y esperamos complementarios al que se acaba de comentar.

La investigación sobre nuevos materiales en España ha sido promovida desde las cúpulas de los organismos financiadores de la investigación: el CDTI aprobó 86 proyectos en nuevos materiales durante los años 1984-88, presupuestados en más de 13.356 millones de pesetas, con una aportación de 5.773 millones de pesetas.

En 1985 tiene lugar en Barcelona la primera reunión que se propone relacionar entre sí a las personas que trabajaban en estos temas. (15)

Es la segunda mitad de la década de los ochenta la que puede considerarse como decisiva en la consolidación de la investigación sobre nuevos materiales: el programa movilizador del CSIC cubre los años 1985 a 1987, y es en los años 1985-86 cuando se crean los Institutos de Ciencia de Materiales. El Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón fue creado como centro mixto con la Universidad de Zaragoza en 1985. También se creó, como mixto, el Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla en 1986. En este

mismo año se puso en marcha el Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona y se creó en Madrid el Instituto de Ciencia de Materiales. Este último consta de cuatro sedes: A (Serrano, 114), B (Facultad de Ciencias UAM y Serrano, 123), C (Serrano, 115) y D (Serrano, 113).

Finalmente, el Plan Nacional de Investigación Científica y Técnica (1988-90) engloba el Programa de Nuevos Materiales. La actual convocatoria de proyectos de investigación correspondientes a los años 1992-95 financia, de nuevo, un Programa Nacional de Materiales.

El estudio bibliométrico que se presenta ha pretendido reflejar si, efectivamente, los estímulos promotores de esta investigación han provocado alguna reacción detectable con indicadores bibliométricos. Por tal motivo, la selección de la muestra objeto del análisis corresponde al razonamiento siguiente: la investigación en ciencia de materiales se está desarrollando por investigadores provenientes de diferentes entornos y disciplinas científicas y ello se pondrá de manifiesto en su producción científica actual (1989-90). ¿Qué diferencias pueden apreciarse en la producción científica de este mismo colectivo desde que comenzaron a actuar los nuevos planteamientos (1985-86)? La bibliografía originada en los años 1985-86 es el resultado de una investigación realizada uno, dos o tres años antes, es decir, cuando todavía no existía una financiación específica en esta dirección, mientras que la producción bibliográfica de 1989 y 1990 ya puede ser la respuesta a esta financiación, aunque refleje en menor grado los resultados del Programa Nacional que empezará a dar sus frutos en la década de los noventa.

Se ha confeccionado una relación de personas que en 1990 investigaban en ciencia de materiales con la colaboración de expertos en el tema y con las memorias de los Institutos de Ciencia de Materiales. La producción bibliográfica de este colectivo en el SCI de los años 1989-90 y 1985-86 ha sido la muestra objeto del análisis bibliométrico.

1.4 MATERIAL Y METODOS

Fuente: SCI versión CD-ROM

Se crearon dos ficheros con las publicaciones de los españoles utilizando como estrategia de búsqueda los nombres de los investigadores y sus centros de trabajo en los discos correspondientes a los años 1985-86 (Fichero 85-86) y los discos 1989-90 (Fichero 1989-90). Con objeto de obtener la bibliografía de forma exhaustiva se procuró tener en cuenta las variedades de los nombres y las modificaciones de denominaciones de centros. Se utilizó como instrumento de consulta el directorio *Recursos humanos en investigación y desarrollo* de 1986 (16).

Los dos ficheros se transformaron en base de datos KNOSYS a la que se añadió la información necesaria, tal como número de autores, normalización de

nombres de centros, campo científico en que se encontraba la revista atendiendo a la clasificación del Journal Citation Reports (JCR) 1988 (publicación del SCI en que figuran diversos indicadores bibliométricos de las revistas), factor de impacto, etc., para proceder a obtener los indicadores. Se utilizaron los JCR de 1988 y 1989 para obtener los factores de impacto.

Fuente: Índice Español de Ciencia y Tecnología

Esta base de datos utiliza la nomenclatura de la UNESCO (17) para clasificar los artículos de las re-

vistas que procesa. Se hizo una búsqueda bibliográfica en línea, obteniendo todas las referencias que se encuentran clasificadas con seis dígitos bajo el epígrafe «Tecnología de materiales» y que se refieren a los 14 apartados de este epígrafe. El período temporal incluye desde 1979 hasta el primer semestre de 1990.

Se ha utilizado el repertorio *Fomento 1988* (18) para obtener las empresas censadas que se refieren a tecnología de materiales. El listado de industrias que han obtenido financiación del CDTI en nuevos materiales en los años 1984-88 ha sido proporcionado por este centro.

CAPITULO 2

INDICADORES OBTENIDOS A PARTIR DEL SCIENCE CITATION INDEX

2.1 TIPOLOGIA DE LOS DOCUMENTOS

La tabla I presenta distribuidos los documentos, según la tipología del SCI. El porcentaje más importante de documentos son artículos, sobre todo en los años 1989-90. La observación más importante es el aumento de documentos que supone 42% en un intervalo de cuatro años.

El total de documentos españoles en los discos compactos del SCI en los años a que nos referimos es:

Año	Documentos	Total períodos
1985	5.333	11.509
1986	6.176	
1989	7.638	16.198
1990	8.560	

Por tanto, la investigación en ciencia de materiales supone un 5,7% de la producción española en esta base de datos, tanto en el primer período como en el segundo. Es decir, esta investigación ha mantenido el ritmo de crecimiento que ha experimentado el con-

junto de la española, medida por su presencia en el SCI.

2.2 SUBCAMPOS CIENTIFICOS EN LOS QUE HAN PUBLICADO LOS ESPAÑOLES

La tabla II presenta el número de artículos clasificados, atendiendo a la revista de publicación según los apartados del JCR. En caso de que una revista estuviese asignada a dos apartados se contabilizó solamente en aquel más cercano a física y química.

Puede apreciarse una gran variedad de subcampos científicos, algunos con una aportación marginal a la investigación que se está analizando. Por ello, en lo que sigue, nos vamos a limitar al análisis de los 13 primeros subcampos, que suponen el 90% de los dos conjuntos y que presentan un volumen de documentos apto para el posterior tratamiento estadístico. Tanto en los años 1985-86 como 1989-90 figuran a la cabeza física de la materia condensada, química inorgánica y ciencia de materiales (39%). Sin embargo, en el escalón siguiente se observan cambios de posiciones: física aplicada y metalurgia ascienden y disminuye la presencia de química analítica.

Tabla I
DISTRIBUCION DE DOCUMENTOS SEGUN TIPOLOGIA-SCI

	1985-86		1989-90	
	N.º ítems	%	N.º ítems	%
Artículo	578	88,3	849	91,5
Nota	47	7,1	57	6,1
Carta	18	2,7	6	0,6
Resumen-reunión	6	0,9	8	0,8
Revisión	5	0,3	7	0,7
Discusión	0		1	0,1
Total	654		928	

2.3 DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION CIENTIFICA POR INSTITUCION Y SUBCAMPO CIENTIFICO

En las tablas III y IV se han distribuido los documentos que pertenecen a los distintos campos científicos según las instituciones de los autores firmantes para los dos períodos temporales. Si un documento está firmado por más de una institución se atribuye, por entero, a cada una de ellas (recuento múltiple). Esto presenta la desventaja de que la suma de las filas arroja un resultado mayor del número real de documentos, pero no se penaliza la colaboración como ocurre con el recuento fraccionado, que divide cada publicación entre el número de Instituciones firman-

Tabla II

DISTRIBUCION DE LOS ARTICULOS POR SUBCAMPOS CIENTIFICOS

Años 1985-86			Años 1989-90		
Subcampos científicos	N. doc.	%	Subcampos científicos	N. doc.	%
Física materia condensada	99	15,0	Física materia condensada	159	17,1
Química inorgánica	92	14,0	Química inorgánica	112	12,0
Ciencia de materiales	65	10,0	Ciencia de materiales	92	9,3
Química física	55	8,4	Física aplicada	78	8,4
Polímeros	52	8,0	Química orgánica	65	7,0
Química orgánica	47	7,0	Química física	64	6,9
Química analítica	42	6,4	Polímeros	62	6,7
Cristalografía	42	6,4	Física	47	5,0
Física	36	5,5	Química	44	4,6
Física aplicada	27	4,0	Cristalografía	43	4,6
Química	21	3,0	Metalurgia	40	3,0
Materiales cerámicos	15	2,3	Química analítica	24	2,5
Metalurgia	10	1,5	Materiales cerámicos	17	1,8
Física atómica	9	1,4	Mineralogía	10	1
Mineralogía	7	1	Física atómica	9	0,9
Electroquímica	7	1	Optica	7	0,7
Espectroscopía	3	0,4	Ingeniería eléctrica	7	0,7
Optica	3	0,4	Espectroscopia	6	0,6
Informática	3	0,4	Agricultura	4	0,4
Ingeniería química	2	0,3	Química aplicada	4	0,4
Ciencia nuclear	2	0,3	Electroquímica	4	0,4
Instrumentación	2	0,3	Instrumentación	4	0,4
Ingeniería eléctrica	2	0,3	Ciencia nuclear	3	0,3
Farmacología	1	0,1	Farmacología	2	0,2
Agricultura	1	0,1	Multidisciplinarios	2	0,2
Multidisciplinarios	1	0,1	Microscopia	2	0,2
Microscopia	1	0,1	Tecnología alimentaria	1	0,1
Ingeniería biomédica	1	0,1	Ingeniería química	1	0,1
Ciencias de la Tierra	1	0,1	Medio ambiente	1	0,1
Física nuclear	1	0,1	Física de partículas	1	0,1
Microbiología	1	0,1			
Combustibles energéticos	1	0,1			
Total	654		Total	928	

tes. Cuanto mayor es la diferencia entre el número de documentos únicos (primera columna) y la suma de las filas, mayor es el grado de colaboración que ha existido.

Se han agrupado las instituciones en las provincias que las ubican, apareciendo a la cabeza Madrid, seguida de Zaragoza y Barcelona. De esta forma la tabla suministra información sobre la distribución geográfica de la investigación. En las tablas puede detectarse dónde se encuentran los puntos fuertes y en qué temas; por ejemplo, la Universidad Autónoma de Madrid destaca en física de la materia condensada en los años 1985-86, mientras que en los años 1989-90 son más productivos el CSIC de Madrid y los institutos de materiales, CSIC/Univ. Zaragoza y CSIC/Univ. Autónoma de Madrid. Zaragoza se sitúa a la cabeza en los dos períodos en química inorgánica. Ciencia de materiales se encuentra en el 1989-90 en más lugares que cualquier otro subcampo, etc.

2.4 INDICE DE ACTIVIDAD RELATIVO POR INSTITUCION Y SUBCAMPO CIENTIFICO

Da una indicación de la actividad que una determinada institución dedica a un tema, teniendo en cuenta su productividad total y la actividad que en el conjunto de la base de datos se dedica a ese tema.

$$IA \text{ relativo Institución} = \frac{\% \text{ subcampo científico en la actividad de una institución}}{\% \text{ subcampo científico en la base de datos}}$$

El IA relativo = 1 indica que la institución dedica a ese campo científico la misma intensidad que el conjunto de la comunidad científica española definida como ciencia de materiales.

Tabla III
DISTRIBUCION POR INSTITUCION Y SUBCAMPO CIENTIFICO 1985-86

	<i>Subcampo científico</i>												
	<i>Física de la materia condensada</i>	<i>Química inorgánica</i>	<i>Ciencia de materiales</i>	<i>Química física</i>	<i>Polímeros</i>	<i>Química orgánica</i>	<i>Química analítica</i>	<i>Cristalografía</i>	<i>Física</i>	<i>Física aplicada</i>	<i>Química</i>	<i>Materiales cerámicos</i>	<i>Meta-lurgia</i>
Madrid													
Univ. Alcalá	—	—	—	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—
Univ. Autónoma	31	1	5	14	—	—	1	1	10	8	—	—	1
Univ. Complutense	5	11	12	1	1	5	6	4	2	4	3	—	—
Univ. Politécnica	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
UNED	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CSIC/Autónoma	13	—	1	2	—	—	—	1	2	6	—	—	1
CSIC/Complutense	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CSIC	11	30	32	28	52	12	12	5	13	10	9	13	5
Zaragoza													
Universidad	19	29	10	3	—	25	—	3	3	—	7	—	—
CSIC	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CSIC/Univ.	5	15	7	3	—	14	—	—	1	—	5	1	—
Barcelona													
Univ. Barcelona	15	12	1	4	—	3	12	4	5	3	1	—	—
Univ. Politécnica	4	—	1	—	—	—	8	—	2	1	—	—	—
Univ. Autónoma	—	14	1	1	—	4	—	1	1	—	—	—	—
CSIC	5	6	—	2	—	3	—	12	—	—	3	—	—
Sevilla													
Universidad	1	3	6	5	—	2	6	10	1	1	4	2	4
CSIC	—	—	2	1	—	—	6	—	—	—	—	—	—
CSIC/Universidad	—	—	—	—	—	—	—	16	—	—	—	—	—
País Vasco													
Universidad	11	—	1	—	—	—	1	1	2	—	—	—	—
Palma de Mallorca													
Universidad	—	1	—	—	—	—	11	—	—	—	—	—	—
Santiago													
Universidad	4	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—
Alicante													
Universidad	6	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oviedo													
Universidad	—	—	3	—	—	1	—	1	—	1	—	—	—
Las Palmas													
Universidad	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—
Córdoba													
Universidad	—	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
Burgos													
Universidad	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Cádiz													
Universidad	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Valladolid													
Universidad	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Málaga													
Universidad	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Murcia													
Universidad	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Tenerife													
Universidad	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Número de documentos	99	92	65	55	52	47	42	42	36	27	21	15	10

Tabla IV
DISTRIBUCION POR INSTITUCION Y SUBCAMPO CIENTIFICO 1989-90

	<i>Subcampo científico</i>												
	<i>Física de la materia condensada</i>	<i>Química inorgánica</i>	<i>Ciencia de materiales</i>	<i>Física aplicada</i>	<i>Química orgánica</i>	<i>Química física</i>	<i>Polímeros</i>	<i>Física</i>	<i>Química</i>	<i>Cristalografía</i>	<i>Meta-lurgia</i>	<i>Química analítica</i>	<i>Materiales cerámicos</i>
Madrid													
Univ. Alcalá	—	—	—	—	—	—	5	—	1	—	—	—	—
Univ. Autónoma	36	1	3	15	—	23	1	9	2	1	—	1	—
Univ. Complutense	21	24	14	20	9	—	—	6	2	—	13	6	—
Univ. Politécnica	4	1	2	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—
UNED	—	—	—	—	1	1	1	—	1	—	1	—	—
CSIC/Autónoma	22	1	2	5	—	5	—	7	—	—	—	—	—
CSIC/Complutense	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CSIC	52	27	42	26	18	26	56	11	12	2	20	4	12
Zaragoza													
Universidad	5	5	6	3	4	3	—	2	7	2	—	—	—
CSIC	8	2	2	3	1	—	—	2	3	2	—	—	—
CSIC/Univ.	33	47	13	13	36	4	5	8	19	17	3	—	1
Barcelona													
Univ. Barcelona	5	4	7	17	1	—	—	6	2	4	4	1	1
Univ. Politécnica	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	1	—	—
Univ. Autónoma	3	15	—	1	2	1	—	4	2	—	—	—	—
CSIC	9	23	5	14	4	—	—	3	4	11	3	—	1
Sevilla													
Universidad	2	3	7	—	6	8	—	—	3	3	2	4	2
CSIC	—	—	1	—	4	2	—	—	—	—	—	3	1
CSIC/Universidad	6	9	7	—	8	8	—	—	3	1	—	10	1
País Vasco													
Universidad	12	3	1	1	—	2	2	4	1	4	—	—	—
Palma de Mallorca													
Universidad	—	—	3	3	—	—	—	—	1	—	5	4	—
Santiago													
Universidad	2	—	—	4	—	—	—	—	—	—	3	—	—
Alicante													
Universidad	3	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
Valladolid													
Universidad	—	1	1	—	2	1	—	—	1	1	—	—	—
Murcia													
Universidad	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Oviedo													
Universidad	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Santander													
Universidad	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Salamanca													
Universidad	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Tenerife													
Universidad	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Extremadura													
Universidad	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Las Palmas													
Universidad	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Número de documentos	159	112	92	78	65	64	62	47	44	43	40	24	17

Las tablas V y VI presentan el índice de actividad científica.

¿Cómo interpretar el índice de actividad? Si se hace la comparación entre los dos períodos pueden apreciarse los cambios en el mayor o menor énfasis que se ha dado a los subcampos científicos. Así, por ejemplo, la Universidad Central de Barcelona ha aumentado el número de subcampos científicos a los que dedica su actividad de 9 a 11, ha aumentado su dedicación a materiales y física aplicada, ha disminuido su proporción en física de la materia condensada, química inorgánica y química analítica, mientras que la politécnica, que en el 1985-86 era activa en cinco subcampos científicos, con especial énfasis en química analítica, aparece en el 1989-90 con actividad en tres subcampos, destacando metalurgia y física. Obsérvese, sin embargo, cómo apenas se ha modificado el perfil de interés, o dicho de otra manera, el índice de actividad de los subcampos científicos en los institutos del CSIC de Madrid, mientras que el CSIC de Zaragoza, que en el 1985-86 solamente lo encontramos activo en física de la materia condensada, pasa a distribuir su atención científica en ocho subcampos científicos en el 1989-90, etc.

El índice de actividad, así definido, es un indicador relativo que permite ver la actividad en un subcampo de una institución determinada, tomando como referencia la actividad que a ese subcampo se dedica en España. Puede darse un índice de actividad alto en una institución que, en valor absoluto, tiene muy pocas publicaciones. Ha de acudir a las tablas III y IV para ver el valor absoluto.

Esta definición de índice de actividad podría utilizarse para calcular un índice «ideal o deseado». Supongamos que para un desarrollo armónico de la investigación en nuevos materiales se necesita que los distintos subcampos científicos o disciplinas se desarrollen, a su vez, a un determinado ritmo en el conjunto multidisciplinar, por ejemplo, física de la materia condensada $X_1\%$, química inorgánica $X_2\%$, materiales $X_3\%$, etc. Estos porcentajes de desarrollo «ideal» proporcionan la base para el cálculo del índice de actividad deseado.

$$\text{IA deseado Institución} = \frac{\% \text{ física materia condensada}}{X_1}$$

Con ello se podría tener una medida de la proximidad del perfil investigador de una institución al perfil ideal. Es posible que, a priori, no sea factible determinar en una investigación multidisciplinar en qué medida ha de promoverse cada disciplina participante para obtener un desarrollo óptimo del conjunto. Sin embargo, no parece imposible tener la capacidad de esta predicción cuando ha pasado algún tiempo desde que se inició la investigación y pueden apreciarse resultados y carencias.

2.5 INDICE DE COAUTORIA. ¿HA CRECIDO EL TAMAÑO DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACION?

El número de autores que firman conjuntamente las publicaciones científicas proporciona un indicador muy interesante sobre el tamaño de los grupos de investigación. Desde principios de siglo este número ha ido en aumento, pasando de una época en la que el 80% de los artículos estaban firmados por un sólo autor a la actual, en la que, esto ocurre en un 10% de las publicaciones. Son varias las causas que han conducido a publicaciones con autores múltiples y esta tendencia no se ha dado en todas las ramas de la ciencia con la misma intensidad. En las ciencias sociales y humanas predominan las publicaciones con un reducido número de autores, mientras que en la investigación de tipo biomédico se produce con frecuencia una interacción hospital-universidad-centro de investigación, que se refleja en el número de firmantes, o en casos como la investigación que utiliza equipos de gran inversión (aceleradores de partículas, telescopios, buques oceanográficos) se publican trabajos con gran número de autores.

En el caso de España, el aumento en el número de autores puede estar también inducido por la propia asignación de recursos a los proyectos de investigación. Los proyectos con mayor número de EJC tienen mayores posibilidades de obtener una financiación más sustanciosa. Esto podría llevar a un abultamiento artificial del número de participantes en un proyecto y, consiguientemente, del número de autores, que intentan una investigación de mayor envergadura y calidad.

Como se indicó anteriormente, la muestra que se está estudiando ha partido de la bibliografía producida por equipos existentes en 1989-90 y la producida por estos mismos equipos en los años 1985-86. El aumento en la producción científica puede ser debido a un incremento de recursos económicos que ha permitido atraer a becarios o a otros investigadores, es decir, a las personas involucradas en la investigación. El índice de coautoría debe dar una respuesta a esta hipótesis.

Las figuras 1 y 2 presentan el número de artículos firmados con 1, 2, 3, etc., autores en los períodos 1985-86 y 1989-90, para el conjunto de documentos y para los procedentes del CSIC y de la universidad.

Puede observarse que el número de autores por documento ha aumentado del 1985-86 al 1989-90. El promedio de autores por artículo fue de 3,79 en el 1985-86, significativamente diferente ($Z=8,22$, nivel de significación: 5%) al valor 4,49 alcanzado en el 1989-90. Puede también observarse cómo en los años 1985-86 la moda es 3, que se mantiene para el CSIC en los años 1989-90, mientras que en la universidad el aumento del índice de coautoría es más señalado. Sin embargo, los equipos que se han formado son muy semejantes en el 1989-90 en el CSIC y la uni-

Tabla V
INDICE DE ACTIVIDAD RELATIVO 1985-86

	Subcampo científico												
	<i>Física de la materia condensada</i>	<i>Química inorgánica</i>	<i>Ciencia de materiales</i>	<i>Química física</i>	<i>Polímeros</i>	<i>Química orgánica</i>	<i>Química analítica</i>	<i>Cristalografía</i>	<i>Física</i>	<i>Física aplicada</i>	<i>Química</i>	<i>Materiales cerámicos</i>	<i>Meta-lurgia</i>
Madrid													
Univ. Alcalá.....	—	—	—	2,9	6,3	3,5	—	—	—	—	—	—	—
Univ. Autónoma	2,2	—	0,6	1,8	—	—	0,1	0,2	1,9	2,2	—	—	0,6
Univ. Complutense	0,6	1,3	2,3	0,2	0,2	1,2	1,6	1	0,6	1,8	1,7	—	—
Univ. Politécnica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
UNED	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CSIC/Autónoma	2,1	—	0,2	0,6	—	—	—	0,3	0,8	3,7	—	—	1,6
CSIC/Complutense	—	5,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CSIC.....	0,3	0,8	1,4	1,3	2,6	0,7	0,7	0,3	0,9	1	1,2	2,2	1,3
Zaragoza													
Universidad.....	1,2	1,9	1	0,3	—	3,3	—	0,4	0,5	—	2,1	—	—
CSIC	5,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CSIC/Universidad.....	0,7	2,0	1,4	0,7	—	3,8	—	—	0,3	—	3,2	0,8	—
Barcelona													
Univ. Barcelona.....	1,6	1,4	0,2	0,8	—	0,7	3,1	1	1,5	1,3	0,5	—	—
Univ. Politécnica	1,6	—	0,6	—	—	—	7,8	—	2,3	1,5	—	—	—
Univ. Autónoma	—	4,5	0,5	0,5	—	2,5	—	0,7	0,8	—	—	—	—
CSIC	1	1,3	—	0,7	—	1,2	—	5,8	—	—	3,1	—	—
Sevilla													
Universidad.....	0,1	0,4	1,4	1,2	—	0,5	1,9	3,2	0,4	0,5	2,7	1,7	5,5
CSIC	—	—	1,8	0,9	—	—	7,8	—	—	—	—	—	—
CSIC/Universidad.....	—	—	—	—	—	—	—	15,6	—	—	—	—	—
País Vasco													
Universidad	4,3	—	0,6	—	—	—	0,9	0,9	2	—	—	—	—
Palma de Mallorca													
Universidad	—	0,6	—	—	—	—	14,3	—	—	—	—	—	—
Santiago													
Universidad	3,3	—	—	—	—	—	—	—	4,5	6,3	—	—	—
Alicante													
Universidad	5	—	—	2,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oviedo													
Universidad	—	—	4,7	—	—	2	—	2	—	3,5	—	—	—
Las Palmas													
Universidad	—	—	—	—	—	—	15,6	—	—	—	—	—	—
Córdoba													
Universidad	—	—	2,7	—	—	—	7,8	—	—	—	—	—	—
Burgos													
Universidad	—	—	—	—	12,6	—	—	—	—	—	—	—	—
Cádiz													
Universidad	—	3,6	—	—	—	—	—	7,8	—	—	—	—	—
Valladolid													
Universidad	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—
Málaga													
Universidad	—	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Murcia													
Universidad	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33	—	—
Tenerife													
Universidad	—	—	—	—	—	14	—	—	—	—	—	—	—

Tabla VI
INDICE DE ACTIVIDAD RELATIVO 1989-90

	<i>Subcampo científico</i>												
	<i>Física de la materia condensada</i>	<i>Química inorgánica</i>	<i>Ciencia de materiales</i>	<i>Física aplicada</i>	<i>Química orgánica</i>	<i>Química física</i>	<i>Polímeros</i>	<i>Física</i>	<i>Química</i>	<i>Cristalografía</i>	<i>Meta-lurgia</i>	<i>Química analítica</i>	<i>Materiales cerámicos</i>
Madrid													
Univ. Alcalá	—	—	—	—	—	—	12	—	3,4	—	—	—	—
Univ. Autónoma	1,8	—	0,3	1,6	—	3	0,1	1,6	0,4	0,2	—	0,4	—
Univ. Complutense	1	1,6	1,2	1,9	1	—	—	0,9	0,3	—	2,5	1,9	—
Univ. Politécnica	2,5	0,9	2,2	—	—	1,6	—	2,2	—	—	—	—	—
UNED	—	—	—	—	2,8	2,9	2,9	—	4,2	—	4,6	—	—
CSIC/Autónoma	2,6	0,1	0,4	1,2	—	1,4	—	2,8	—	—	—	—	—
CSIC/Complutense	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CSIC	0,9	0,6	1,2	0,9	0,7	1,1	2,4	0,6	0,7	0,1	1,3	0,4	1,9
Zaragoza													
Universidad	0,7	1	1,6	0,9	1,5	1,1	—	1	3,8	1,2	—	—	—
CSIC	1,8	0,6	0,8	1,4	0,6	—	—	1,6	2,5	1,7	—	—	—
CSIC/Univ.	0,9	1,9	0,6	0,7	2,5	0,3	0,4	0,8	1,9	1,8	0,3	—	0,2
Barcelona													
Univ. Barcelona	0,5	0,5	1,2	3,4	0,2	—	—	2	0,7	1,5	1,6	0,7	0,9
Univ. Politécnica	—	—	—	3,9	—	—	—	6,6	—	—	7,6	—	—
Univ. Autónoma	0,6	4,4	—	0,4	1	0,5	—	2,8	1,5	—	—	—	—
CSIC	0,6	2,3	0,6	1,9	0,7	—	—	0,7	1	2,8	0,8	—	0,6
Sevilla													
Universidad	0,3	0,6	1,7	—	2	2,8	—	—	1,5	1,6	1,1	3,9	2,6
CSIC	—	—	0,5	—	3	1,6	—	—	—	—	—	6,4	3
CSIC/Universidad	0,6	1,3	1,2	—	2	2	—	—	1	0,4	—	6,8	0,9
País Vasco													
Universidad	2,1	0,7	0,3	0,3	—	0,9	0,8	2,4	0,6	2,6	—	—	—
Palma de Mallorca													
Universidad	—	—	1,7	2	—	—	—	—	1,2	—	6,7	9,4	—
Santiago													
Universidad	1,1	—	—	4,7	—	—	—	—	—	—	6,9	—	—
Alicante													
Universidad	2,5	—	—	—	—	—	—	11,4	—	—	—	—	—
Valladolid													
Universidad	—	1	1,2	—	3,5	1,7	—	—	2,5	2,6	—	—	—
Murcia													
Universidad	1,9	2,7	—	—	4,7	—	—	—	—	—	—	—	—
Oviedo													
Universidad	—	4,1	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—
Santander													
Universidad	—	—	—	5,9	—	7,2	—	—	—	10,8	—	—	—
Salamanca													
Universidad	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tenerife													
Universidad	—	4,1	—	—	—	7,2	—	—	—	—	—	—	—
Extremadura													
Universidad	—	—	—	—	14	—	—	—	—	—	—	—	—
Las Palmas													
Universidad	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	—

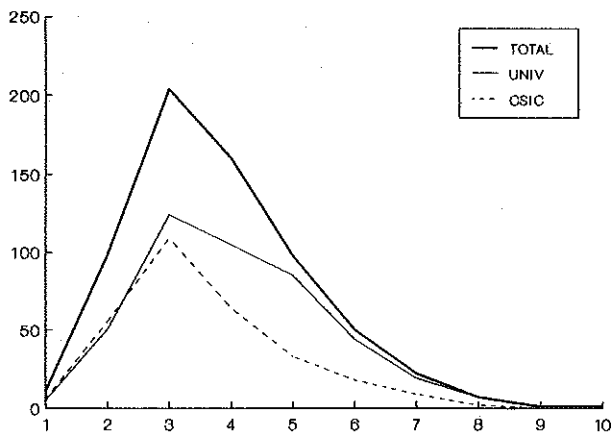


Fig. 1.—Índice de coautoría en el conjunto de documentos, la universidad y el CSIC en 1985-86.

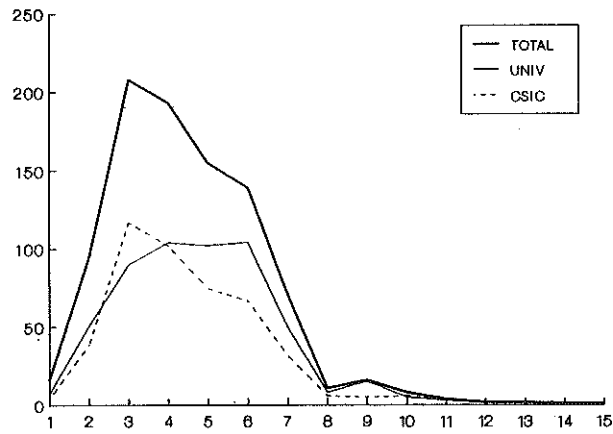


Fig. 2.—Índice de coautoría en el conjunto de documentos, la universidad y el CSIC en 1989-90.

versidad, ya que el promedio de autores/artículo, que era significativamente diferente en el 1985-86 entre ambas instituciones (4,06, universidad y 3,56 CSIC) no lo es en el período siguiente (4,84 universidad y 4,51 CSIC).

¿Al aumentar el número de autores se publica en revistas de mayor factor de impacto? Esta cuestión se tratará más adelante.

2.6 LA COOPERACION CIENTIFICA

El índice de coautoría ha puesto de manifiesto que la cooperación ha aumentado. Dado el interés que tiene tanto la cooperación establecida a nivel nacional como internacional en el desarrollo de un sistema de investigación en un país, vamos a ver con detalle cómo está transcurriendo.

En las figuras 3 y 4 están representados, en número absoluto y distribuidos por subcampos científicos, el número de documentos clasificados en cada subcampo y el número de documentos en que participa más de una institución nacional o extranjera. Compa-

rando las dos situaciones (1985-86 y 1989-90) se aprecia, en primer lugar, un rasgo muy interesante. Tanto la colaboración nacional como la internacional parecen estar en más consonancia con el perfil de productividad investigadora en 1989-90 que en el período anterior. Llama la atención que las tres líneas tienen la misma trayectoria. Es decir, en aquellos subcampos científicos en que aumentó en mayor medida la producción científica, aumentó también la colaboración y, especialmente, la colaboración internacional, que en varios subcampos (física de la materia condensada, química inorgánica, ciencia de materiales, física y física aplicada) es mayor que la nacional.

En las figuras 5 y 6 se representan, en porcentaje para cada uno de los subcampos científicos, los documentos originados por dos, tres, cuatro o cinco instituciones. Se pretende ver con ello interacciones en las que participan los diferentes institutos del CSIC o diferentes universidades, que pueden o no estar ubicados en la misma zona geográfica. Si se comparan las columnas que reflejan el conjunto en los años 1985-86 y 1989-90, se aprecia que han disminuido las colaboraciones con dos instituciones, pero más interesante resulta el comparar individualmente los di-

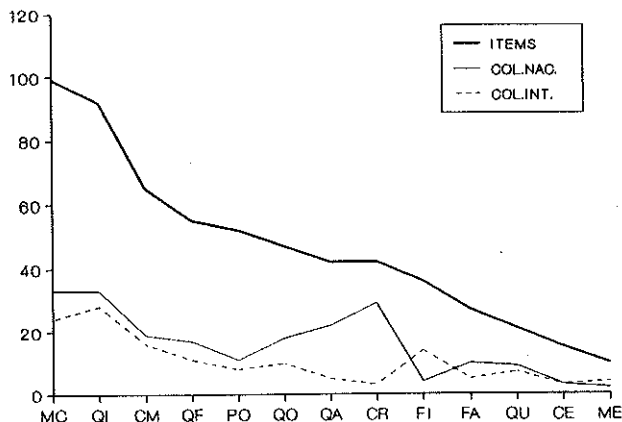


Fig. 3.—Índice de colaboración expresado por el número de documentos firmados por una institución y el número de documentos con varias instituciones por subcampo científico en 1985-86.

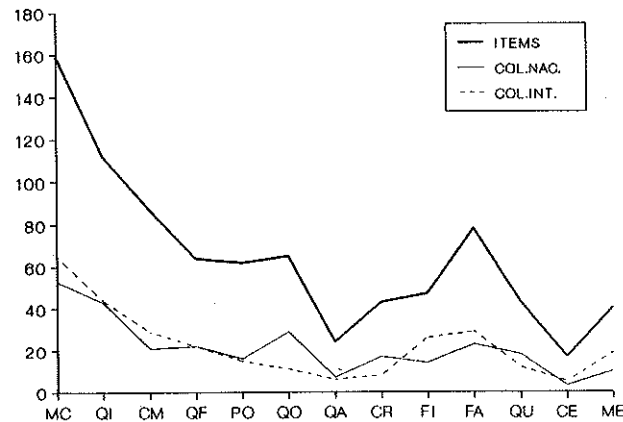


Fig. 4.—Índice de colaboración expresado por el número de documentos firmados por una institución y el número de documentos con varias instituciones por subcampo científico en 1989-90.

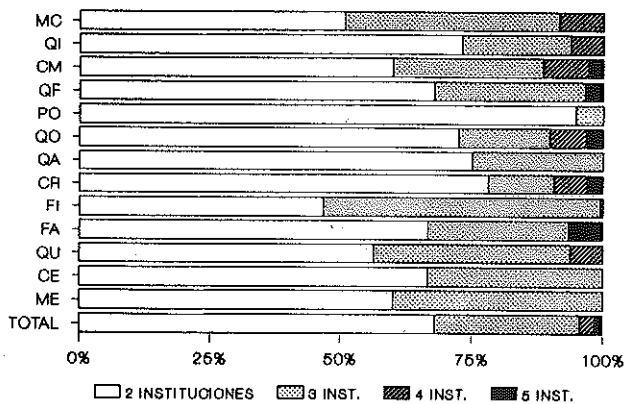


Fig. 5.—Índice de colaboración interinstitucional expresado en porcentaje de documentos con 2, 3, 4 y 5 instituciones (españolas o extranjeras) por subcampo científico en 1985-86.

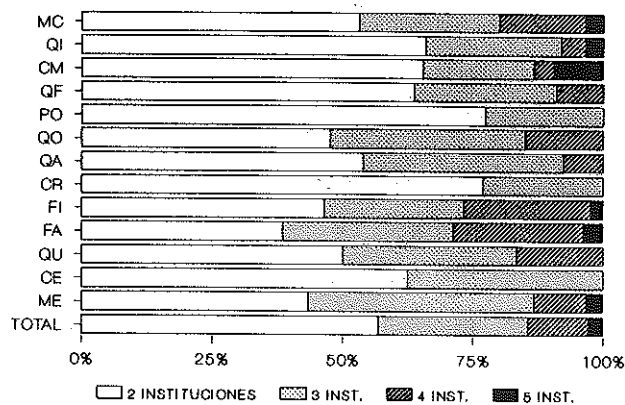


Fig. 6.—Índice de colaboración interinstitucional expresado en porcentaje de documentos con 2, 3, 4 y 5 instituciones (españolas o extranjeras) por subcampo científico en 1989-90.

ferentes subcampos, ejemplo: física aplicada, física, química física, física de la materia condensada. Las interacciones con participación de diferentes instituciones han aumentado en los temas referidos a física.

2.7 LAS REDES DE INVESTIGACION. SU IMPORTANCIA EN EL FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA INVESTIGADOR

Las redes de investigación son el resultado de las cooperaciones científicas. Los lazos de unión que se establecen en una investigación compartida llevan consigo un intercambio de relaciones personales, de información científica y de permeabilidad a nuevas técnicas, ideas, etc. En el caso de España, donde los

recursos científicos y por ende la producción científica estaba concentrada en lugares bien definidos (Madrid, Barcelona, Valencia y alguna ciudad andaluza) con unos «mínimos» llamativos en el resto del país, siempre hemos obtenido unos mapas que mostraban una estructura del sistema científico reflejo de esta situación (19, 20, 21). En la investigación que ahora nos ocupa podemos ver en forma plástica cómo ha evolucionado la red de investigación. Los mapas de la figura 7 muestran las redes de cooperación existentes en los años 1985-86 y su fortalecimiento en 1989-90. Las líneas de unión representan el número de documentos firmados por dos o más instituciones. El mapa del segundo período es mucho más tupido que el del primero.

Si interesa saber cuánto significa la colaboración en los puntos participantes, ha de relacionarse el número de documentos en colaboración con el número

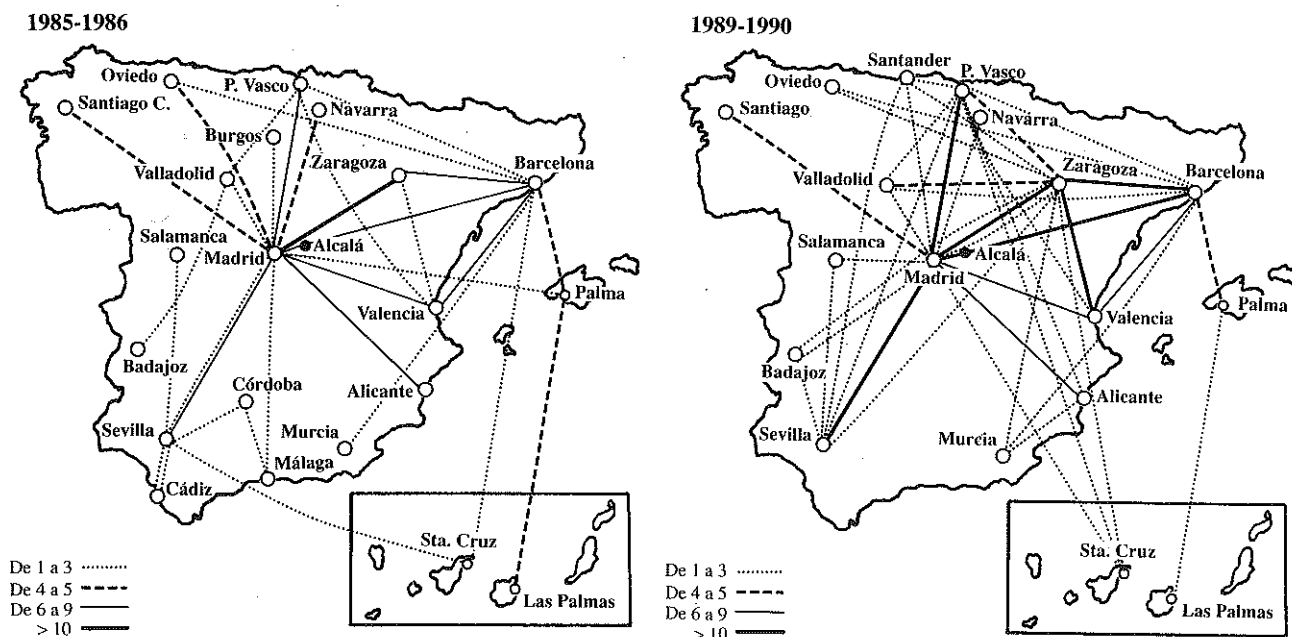


Fig. 7.—Redes de cooperación nacionales en los años 1985-86 y 1989-90.

total de documentos en cada lugar. Esta medida de normalización da el siguiente resultado:

% DE DOCUMENTOS EN COLABORACION RESPECTO AL Nº TOTAL DE DOCUMENTOS	
	%
Años 85-86	
Zaragoza.....	21
Madrid.....	22
Sevilla.....	25
Barcelona.....	27
País Vasco.....	53
Santiago.....	62
Palma de Mallorca.....	75
Las restantes ciudades.....	100
Años 89-90	
Sevilla.....	22
Madrid.....	24
Zaragoza.....	32
Palma de Mallorca.....	35
Santiago.....	50
Barcelona.....	60
Las restantes ciudades.....	100

Estos resultados parecen indicar que las redes de cooperación establecidas en los años 1985-86 se han fortalecido en los años 1989-90, pero no se han modificado en cuanto a su estructura. Están sustentadas por los puntos de mayor producción: Madrid, Zaragoza, Barcelona y Sevilla. Los otros puntos de investigación forman parte de la red por su colaboración con los lugares activos, es decir, el número de documentos con que están presentes en el fichero es el mismo que los documentos escritos en colaboración, a excepción del País Vasco, Santiago de Compostela y Palma de Mallorca, que participan en la colaboración y además tienen una producción científica propia, tanto en 1985-86 como en 1989-90. También puede observarse que el porcentaje de colaboración respecto a la propia producción científica ha aumentado en Barcelona del 27 al 60%, en Zaragoza del 21 al 32%, pero permanece en la misma proporción en Madrid y Sevilla en los dos periodos.

2.8 LA COLABORACION INTERNACIONAL

Si la colaboración nacional fortalece el sistema investigador de un país, los contactos de cooperación con otros países abren el sistema a nuevas ideas y lo hacen permeable a innovaciones científicas y tecnológicas.

El intercambio de ideas científicas y las visitas de los investigadores entre países es una práctica que tiene más de un siglo en la historia de la ciencia. Hoy en día, el incremento de relaciones científicas y de colaboración está fomentado en las políticas científicas

Tabla VII
COOPERACION CON PAISES EXTRANJEROS
(NUMERO DE DOCUMENTOS)

	1985-1986	1989-1990
Comunidad europea		
Francia.....	35	115
Rep. Fed. Alemana.....	25	37
Reino Unido.....	23	37
Italia.....	16	33
Portugal.....	—	11
Holanda.....	5	10
Bélgica.....	5	3
Grecia.....	—	1
Dinamarca.....	5	1
Norteamérica		
EE. UU.....	29	57
Latinoamérica		
Venezuela.....	1	4
Argentina.....	1	3
Chile.....	1	1
México.....	5	—
Brasil.....	1	—
Otros		
Austria.....	—	4
Suecia.....	2	3
Rep. Dem. Alemana.....	—	3
Checoslovaquia.....	1	2
URSS.....	—	2
Japón.....	—	2
Suiza.....	3	1
Australia.....	1	—
Corea.....	1	—
Etiopía.....	1	—
Jordania.....	1	—
Noruega.....	1	—
China.....	1	—

cas de todos los países y en instancias supranacionales, como es el caso de la Comunidad Europea. En nuestros últimos estudios hemos observado, en diversos campos científicos, el aumento de la colaboración, que se manifiesta en las publicaciones científicas firmadas con autores de instituciones de distintos países. También ocurre esto en la investigación relativa a materiales. En los años 1985-86 el 23% de los documentos presentan colaboraciones extranjeras, porcentaje que aumenta a 36% en los años 1989-90.

La tabla VII presenta los países con los que se ha colaborado. Se han agrupado poniendo en cabeza los países comunitarios con los que el incremento de colaboración fue mayor, pasando de 17 a 26%. A continuación hemos situado a EE. UU., donde la colaboración pasa de 4,4 a 6%; los países latinoamericanos, con los que la cooperación es escasa, y el resto de los países, cuyo número también aumenta en los años 1989-90. El aumento de colaboración, tanto en térmi-

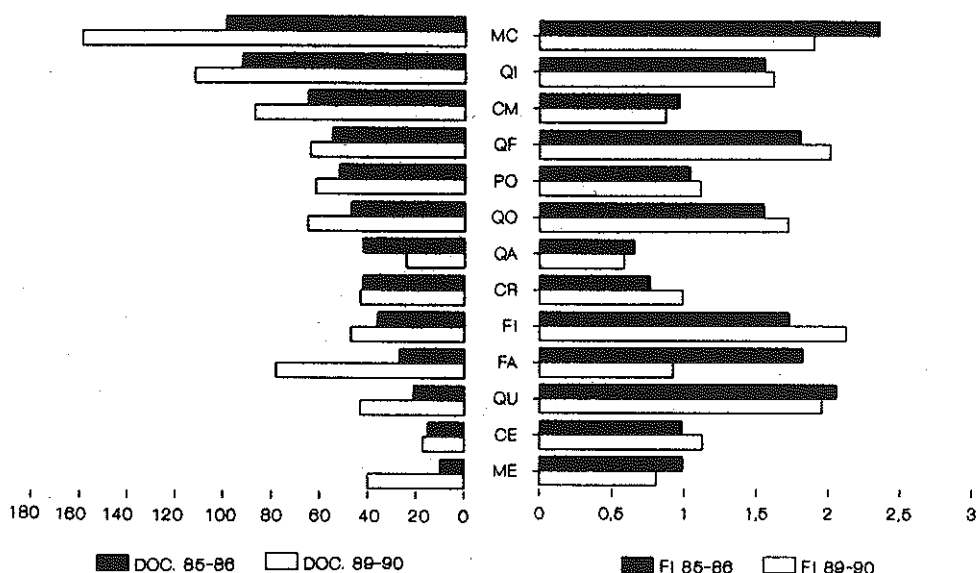


Fig. 8.—Variación cuantitativa (número de documentos) y cualitativa (factor de impacto medio) por subcampo científico.

nos absolutos como relativos, fue mayor con Francia, Portugal e Italia.

Estos resultados son indudablemente un reflejo de la integración de España en los proyectos europeos EURAM, SPRINT y CECA.

¿Suponen las colaboraciones con centros extranjeros la publicación en revistas de factor de impacto mayor?

¿En qué subcampos científicos es más activa la colaboración internacional y entre qué instituciones?

Estas cuestiones las trataremos más adelante.

2.9 ¿SE PUBLICA EN REVISTAS DE FACTOR DE IMPACTO MAS ALTO? ¿EL AUMENTO CUANTITATIVO HA SUPUESTO UNA MEJORA CUALITATIVA?

Ya se indicó anteriormente que el SCI selecciona las revistas que introduce en la base de datos según las citas que reciben y para cada revista calcula el factor de impacto como el cociente entre las citas que reciben en un año determinado los artículos publicados por la revista en los dos años anteriores y el número de artículos que la revista publicó en esos dos años. Es, pues, un número relativo que indica para cada revista el promedio de citas por artículo. Este factor de impacto no supone en absoluto que las cosas sucedan así; numerosos estudios han demostrado que aun dentro de cada revista se produce la habitual forma asimétrica, del tipo de una distribución binomial negativa, según la cual un pequeño número de artículos acapara la mayor parte de las citas que recibe la revista y hay artículos que no alcanzan cita alguna.

También ha de tenerse en cuenta que el factor de impacto de una revista ha de situarse en su propio en-

torno científico, es decir, en el grupo de revistas clasificadas por el SCI en el mismo subcampo científico. El factor de impacto de una revista puede calificarse de alto o bajo dependiendo del número de revistas que forman su entorno y del factor de impacto que es propio de tal grupo.

Admitiendo estas limitaciones del factor de impacto, y sin entrar en lo mucho que se ha publicado sobre su significado, puede utilizarse como un indicador parcial de la visibilidad que alcanza una revista.

Hemos tratado de ver si el aumento en producción científica ha ido acompañado de unas publicaciones que alcanzan más visibilidad por llegar a unas revistas de elevados factores de impacto.

En la figura 8 aparecen los resultados de la modificación del factor de impacto por subcampo científico. Para hacer esta representación se ha calculado, por subcampo, el factor de impacto medio, teniendo en cuenta el valor del factor de impacto de cada una de las revistas de publicación y la frecuencia de utilización de cada revista. Lo que se ha representado es, pues, un valor de la revista «teórica» en que, para uno de los subcampos y en los dos períodos, hubiesen publicado los investigadores.

Estadísticamente no se han producido diferencias significativas, contabilizando las revistas de publicación en su conjunto. Es decir, los investigadores españoles han hecho uso de unas revistas de publicación, tanto en 1985-86 como en 1989-90 que, por término medio, tienen el mismo impacto. En general puede afirmarse que publican preferentemente en revistas de buen factor de impacto, revistas situadas en la mitad superior de su grupo temático, ordenadas éstas de mayor a menor factor de impacto.

Estudiando con más detalle los subcampos científicos separadamente sí se aprecian comportamientos diferentes al del conjunto. De ello nos ocupamos en lo que sigue.

CAPITULO 3

INDICADORES DE LOS SUBCAMPOS CIENTIFICOS

3.1 FISICA DE LA MATERIA CONDENSADA

La producción científica aumentó de 1985-86 a 1989-90 en un 60%; de un total de 99 documentos se pasó a 159. El índice de crecimiento ha sido más elevado que en el conjunto que se está estudiando.

Las tablas VIII y IX muestran la distribución del número de documentos por institución y los correspondientes índices de actividad para los dos períodos.

En la tabla X se representan las revistas utilizadas para la publicación en los dos períodos. La información que ofrece la tabla es el título de la revista, el número de artículos publicados, el número de orden

Tabla VIII		
FISICA MATERIA CONDENSADA (INDICE DE ACTIVIDAD)		
	<i>1985-86</i>	<i>1989-90</i>
Madrid		
Univ. Autónoma	31	36
Univ. Complutense	5	21
Univ. Politécnica	—	4
CSIC/Autónoma	13	22
CSIC	11	52
Zaragoza		
Universidad	19	5
CSIC	6	8
CSIC/Universidad	5	33
Barcelona		
Univ. Barcelona	15	5
Univ. Politécnica	4	—
Univ. Autónoma	—	3
CSIC	5	9
Sevilla		
Universidad	1	2
CSIC/Universidad	—	6
País Vasco		
Universidad	11	12
Santiago		
Universidad	4	2
Alicante		
Universidad	6	3
Murcia		
Universidad	—	1
Núm. de documentos	99	159

Tabla IX		
FISICA MATERIA CONDENSADA (INDICE DE ACTIVIDAD)		
	<i>1985-86</i>	<i>1989-90</i>
Madrid		
Univ. Autónoma	2,2	1,8
Univ. Complutense	0,6	1
Univ. Politécnica	—	2,5
CSIC/Autónoma	2,1	2,6
CSIC	0,3	0,9
Zaragoza		
Universidad	1,2	0,7
CSIC	5,6	1,8
CSIC/Universidad	0,7	0,9
Barcelona		
Univ. Barcelona	1,6	0,5
Univ. Politécnica	1,6	—
Univ. Autónoma	—	0,6
CSIC	1	0,6
Sevilla		
Universidad	0,1	0,3
CSIC/Universidad	—	0,6
País Vasco		
Universidad	4,3	2,1
Santiago		
Universidad	3,3	1,1
Alicante		
Universidad	5	2,5
Murcia		
Universidad	—	1,9

Tabla X
FISICA MATERIA CONDENSADA (REVISTAS DE PUBLICACION)

Años 1985-86				
<i>Revista</i>	<i>Número de artículos</i>	<i>Número de orden</i>	<i>F. impacto</i>	<i>Nivel</i>
Crystal Lattice Defects and Amorphous Materials	1	25	0,249	4
Ferroelectrics	2	9	1,620	4
Ferroelectrics Letter Section	1	13	1,141	4
Hyperfine Interactions	5	19	0,723	—
Journal of Physics and Chemistry of Solids	9	17	0,916	4
Journal of Physics C-Solid State Physics	28	7	1,976	4
Physica Status Solidi A-Applied Research	2	21	0,596	3
Physica Status Solidi B-Basic Research	6	20	0,687	4
Physical Review B-Condensed Matter	28	3	3,820	4
Solid State Communications	14	5	2,520	4
Solid State Ionics	1	8	1,724	4
Zeitschrift für Physik B-Condensed Matter	2	2	6,094	4
Total	99			
Años 1989-90				
Applied Surface Science	8	15	1,097	3
Ferroelectrics	18	9	1,620	4
Journal of Physics C-Solid State Physics	1	7	1,976	4
Journal of Physics-Condensed Matter	20	—	—	—
Phase Transitions	2	—	0,535*	—
Philosophical Magazine Letters	3	—	1,432*	3
Physica B	14	—	2,903*	4
Physica Status Solidi A-Applied Research	6	21	0,596	3
Physica Status Solidi B-Basic Research	2	20	0,687	4
Physical Review B-Condensed Matter	49	3	3,820	4
— Radiation Effects and Defects in Solids	2	—	0,470*	3
Solid State Communications	19	5	2,520	4
Solid State Ionics	9	8	1,724	4
Superlattices and Microstructures	4	14	1,106	—
Synthetic Metals	1	6	1,993	3
Zeitschrift für Physik B-Condensed Matter	1	2	6,094	4
Total	159			

Número revistas en física de la materia condensada SCI: 25

que ocupa en su grupo, que contiene 25 revistas en el SCI, el factor de impacto tomado del Journal Citations Report 1988, y en los casos indicados con asterisco, de 1989, y el nivel de la revista (cuatro en el más básico y uno en el más aplicado).

Obsérvese que los nuevos títulos del período 1989-90 son de nivel 3, lo que podría señalar nuevas direcciones en la investigación. No hay diferencia estadística ($Z=0,981$, nivel de significación: 5%) entre los factores de impacto medio 2,356 y 2,194 de los dos períodos.

Colaboración interinstitucional

En los años 1989-90 se ha tupido la red de colaboraciones al aumentar los documentos con cuatro y cinco instituciones (fig. 9).

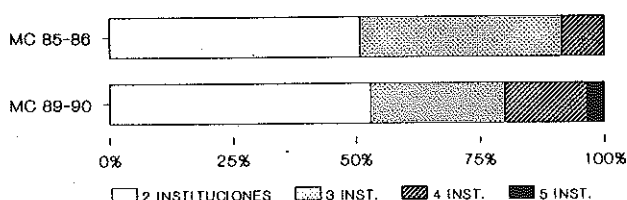


Fig. 9.—Indice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en física de la materia condensada.

Colaboraciones nacionales e internacionales

El porcentaje de las colaboraciones nacionales no se ha modificado, pero sí el de internacionales.

	Nacionales %	Internacionales %
1985-86	33	24
1989-90	31	41

En la figura 10 se representan los enlaces desde Madrid, Zaragoza y Barcelona con los países con los

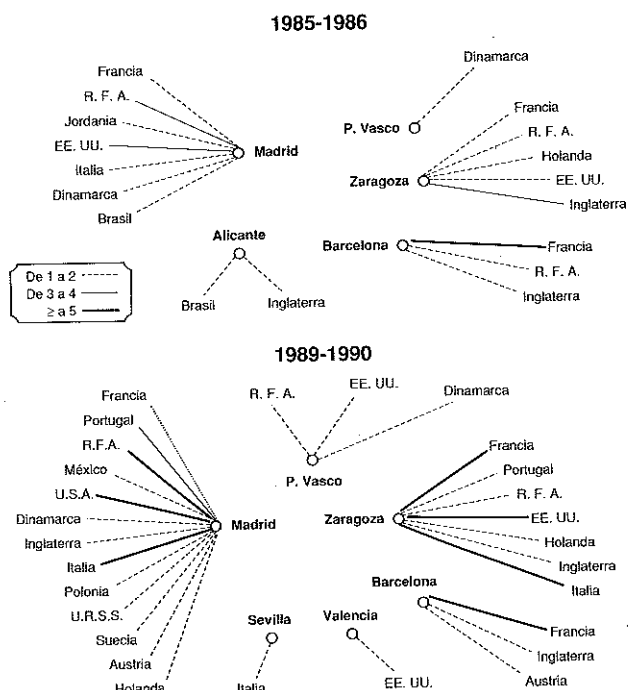


Fig. 10.—Red de colaboraciones internacionales en física de la materia condensada.

que colaboran. Estas colaboraciones extranjeras incluyen además varias instituciones españolas de estas mismas capitales. El intentar dibujar todos los trazos de unión lleva a unas telarañas indescifrables.

El aumento de colaboración con Francia es el más llamativo. En los años 1989-90 son los institutos de materiales de Aragón, Madrid y Barcelona los más activos en colaboraciones con las universidades de Francia, USA, Italia; también el CNRS de Francia y el CNR de Italia se encuentran frecuentemente participando en las colaboraciones. Las Universidades Autónoma y Complutense de Madrid tienen establecidas relaciones de colaboración con otras universidades de la República Federal Alemana, Francia, Italia, USA y otras instituciones de estos países; y los institutos del CSIC de Madrid colaboran con Portugal, Polonia, México, Francia, USA y la República Federal Alemana.

3.2 QUIMICA INORGANICA

Experimentó un aumento del 21% al pasar de los años 1985-86 a 1989-90. Las tablas XI y XII muestran la distribución de documentos por institución y los índices de actividad correspondientes.

Puede observarse que ya en 1985-86 Zaragoza era

un punto fuerte, tanto en valor absoluto como relativo (respecto a la totalidad de su producción y del conjunto del fichero) seguido por el CSIC de Madrid y las universidades de Barcelona. En el período siguiente se desplazan los puntos fuertes al Instituto de

Tabla XI

QUIMICA INORGANICA
(DISTRIBUCION POR INSTITUCION)

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Autónoma	1	1
Univ. Complutense	11	24
Univ. Politécnica	1	1
CSIC/Autónoma	—	1
CSIC/Complutense	5	—
CSIC	30	27
Zaragoza		
Universidad	29	5
CSIC	—	2
CSIC/Universidad	15	47
Barcelona		
Univ. Barcelona	12	4
Univ. Autónoma	14	15
CSIC	6	23
Sevilla		
Universidad	3	3
CSIC/Universidad	—	9
País Vasco		
Universidad	—	3
Palma de Mallorca		
Universidad	1	—
Oviedo		
Universidad	—	1
Cádiz		
Universidad	1	—
Valladolid		
Universidad	—	1
Murcia		
Universidad	—	1
Tenerife		
Universidad	—	1
Núm. de documentos	92	112

Tabla XII

QUIMICA INORGANICA
(INDICE DE ACTIVIDAD)

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Autónoma	—	—
Univ. Complutense	1,3	1,6
Univ. Politécnica	—	0,9
CSIC/Autónoma	—	0,1
CSIC/Complutense	5,9	—
CSIC	0,8	0,6
Zaragoza		
Universidad	1,9	1
CSIC	—	0,6
CSIC/Universidad	2,0	1,9
Barcelona		
Univ. Barcelona	1,4	0,5
Univ. Autónoma	4,5	4,4
CSIC	1,3	2,3
Sevilla		
Universidad	0,4	0,6
CSIC/Universidad	—	1,3
País Vasco		
Universidad	—	0,7
Palma de Mallorca		
Universidad	0,6	—
Oviedo		
Universidad	—	4,1
Cádiz		
Universidad	3,6	—
Valladolid		
Universidad	—	1
Murcia		
Universidad	—	2,7
Tenerife		
Universidad	—	4,1

Tabla XIII
QUIMICA INORGANICA (REVISTAS DE PUBLICACION)

Años 1985-86

<i>Revista</i>	<i>Número de artículos</i>	<i>Número de orden</i>	<i>F. impacto</i>	<i>Nivel</i>
Anales de Química Serie B-Q.I y Q.A	10	26	0,261	4
Coordination Chemistry Reviews	2	6	3,206	4
Inorganic Chemistry	9	7	2,691	4
Inorganica Chimica Acta	12	11	1,397	4
Inorganica Chimica Acta-Articles and Letters	7	11	1,397	4
Inorganica Chimica Acta-F-Block Elements articles and letters	1	22	0,626	—
Journal of Solid State Chemistry	4	13	1,205	4
Journal of the Chemical Society-Dalton Transactions	20	8	1,984	4
Organometallics	6	5	3,354	4
Polyhedron	10	12	1,207	4
Revue de Chimie Minerale	1	20	0,646	4
Synthesis and Reactivity in Inorganic and Metal-Organic Chemistry	2	22	0,563	4
Transition Metal Chemistry	5	23	0,401	4
Zeitschrift für Anorganische und Allgemeine Chemie	3	18	0,808	4
Total	92			

Años 1989-90

European Journal of Solid State and Inorganic Chemistry	4	—	0,333*	—
Inorganic Chemistry	13	7	2,691	4
Inorganic Syntheses	1	—	—	—
Inorganica Chimica Acta	14	11	1,397	4
Journal of Solid State Chemistry	19	13	1,205	4
Journal of the Chemical Society-Dalton Transactions	41	8	1,984	4
Polyhedron	17	12	1,207	4
Synthesis and Reactivity in Inorganic and Metal-Organic Chemistry	1	22	0,563	4
Zeitschrift für Anorganische und Allgemeine Chemie	2	18	0,808	4
Total	112			

Número total revistas en química inorgánica SCI: 28

Ciencias de Materiales de Aragón (CSIC/UZ en la tabla), la Complutense de Madrid y el CSIC de Barcelona (Instituto de Materiales).

En la tabla XIII se representan las revistas de publicación y su frecuencia. Puede observarse que los documentos se han concentrado en un menor número de revistas. En el 1989 desaparecen los *Anales de Química* y se publican más artículos en el *Journal of Solid State Chemistry*, *Dalton Transactions* y *Polyhedron*.

El factor de impacto medio, 1,558 en el 1985-86 y 1,632 en el 1989-90, no experimentó una variación estadísticamente significativa ($Z = 0,691$, nivel de significación: 5%)

Colaboración interinstitucional

Como ocurría con física de la materia condensada en 1989-90, existen colaboraciones en que participan cinco instituciones, como puede verse en la figura 11.

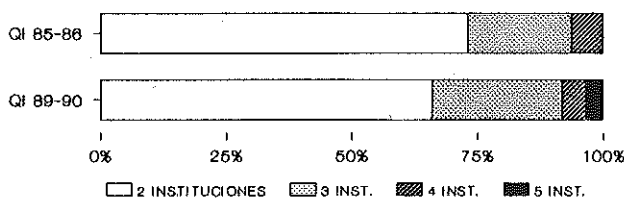


Fig. 11.—Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en química inorgánica.

Colaboraciones nacionales e internacionales

	Nacionales %	Internacionales %
1985-86	36	30
1989-90	38	39

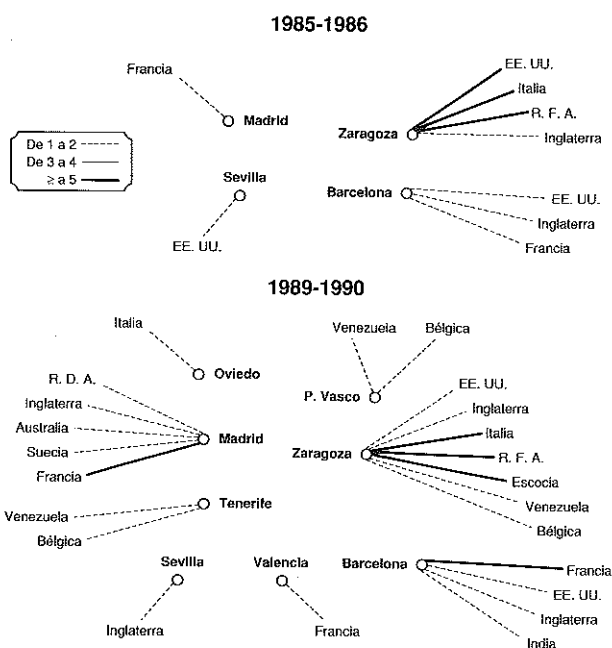


Fig. 12.—Red de colaboraciones internacionales en química inorgánica.

El porcentaje de colaboraciones nacionales e internacionales alcanza el mismo valor en el 1989-90, con un aumento de las colaboraciones internacionales respecto al período anterior.

En la figura 12 se representan los enlaces que se han establecido desde las capitales más productivas.

Destaca el Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón con un conjunto de relaciones con Universidades de Italia, Escocia y la República Federal Alemana; en algunas colaboraciones participan las Universidades de Oviedo, el País Vasco y Tenerife; la Universidad Complutense y el CSIC de Madrid están relacionados con el CNRS de Francia y universidades francesas. Las redes son a veces de varias instituciones tanto españolas como francesas o de otros países.

3.3 CIENCIA DE MATERIALES

Se refiere a los artículos publicados en revistas que el SCI agrupa con esta denominación. El crecimiento de 1985-86 al 1989-90 ha sido del 42%. Las tablas XIV y XV presentan la distribución de los do-

cumentos por institución y los índices de actividad.

El CSIC de Madrid y la Complutense destacan en los dos períodos, se activa el Instituto de Materiales de Sevilla (CSIC/US) que carece de publicaciones en

Tabla XIV

**CIENCIA DE MATERIALES
(DISTRIBUCION POR INSTITUCION)**

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Autónoma	5	3
Univ. Complutense	12	14
Univ. Politécnica	—	2
CSIC/Autónoma	1	2
CSIC	32	42
Zaragoza		
Universidad	10	6
CSIC	—	2
CSIC/Universidad	7	13
Barcelona		
Univ. Barcelona	1	7
Univ. Politécnica	1	—
Univ. Autónoma	1	—
CSIC	—	5
Sevilla		
Universidad	6	7
CSIC	2	1
CSIC/Universidad	—	7
País Vasco		
Universidad	1	1
Palma de Mallorca		
Universidad	—	3
Oviedo		
Universidad	3	—
Córdoba		
Universidad	1	—
Valladolid		
Universidad	—	1
Málaga		
Universidad	1	—
Salamanca		
Universidad	—	1
Núm. de documentos	65	92

Tabla XV

**CIENCIA DE MATERIALES
(INDICE DE ACTIVIDAD)**

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Autónoma	0,6	0,3
Univ. Complutense	2,3	1,2
Univ. Politécnica	—	2,2
CSIC/Autónoma	0,2	0,4
CSIC	1,4	1,2
Zaragoza		
Universidad	1	1,6
CSIC	—	0,8
CSIC/Universidad	1,4	0,6
Barcelona		
Univ. Barcelona	0,2	1,2
Univ. Politécnica	0,6	—
Univ. Autónoma	0,5	—
CSIC	—	0,6
Sevilla		
Universidad	1,4	1,7
CSIC	1,8	0,5
CSIC/Universidad	—	1,2
País Vasco		
Universidad	0,6	0,3
Palma de Mallorca		
Universidad	—	1,7
Oviedo		
Universidad	4,7	—
Córdoba		
Universidad	2,7	—
Valladolid		
Universidad	—	1,2
Málaga		
Universidad	11	—
Salamanca		
Universidad	—	5

Tabla XVI
CIENCIA DE MATERIALES (REVISTAS DE PUBLICACION)

Años 1985-86				
<i>Revista</i>	<i>Número de artículos</i>	<i>Número de orden</i>	<i>F. impacto</i>	<i>Nivel</i>
Cement and Concrete Research	1	27	0,396	—
Journal of Magnetism and Magnetic Materials	23	6	1,190	3
Journal of Materials Science	13	11	0,781	2
Journal of Materials Science Letters	12	20	0,535	2
Materials Chemistry and Physics	2	12	0,731	2
Materials Letters	3	10	0,822	—
Materials Research Bulletin	5	4	1,703	3
Materials Science and Engineering	1	15	0,669	2
Thin Solid Films	5	8	1,114	3
Total	65			
Años 1989-90				
Cement and Concrete Research	5	27	0,396	—
Chemistry of Materials	2	—	—	—
Journal of Magnetism and Magnetic Materials	19	6	1,190	3
Journal of Materials Research	2	—	—	—
Journal of Materials Science	18	11	0,781	2
Journal of Materials Science Letters	15	20	0,535	2
Journal of Thermal Analysis	2	22	0,470	—
Materials Chemistry and Physics	2	12	0,731	2
Materials Letters	6	10	0,822	—
Materials Research Bulletin	7	4	1,703	3
Materials Science and Engineering A-Structur. Materials ...	5	15	0,669	2
Materials Science and Engineering B-Solid State Materials for Advanced Technol	3	15	0,669	2
Materials Science and Technology	1	32	0,354	—
Thin Solid Films	4	8	1,144	3
Total	92			

Número revistas en ciencia de materiales SCI: 73

el 1985-86 y con un índice de actividad de 1,2 en el 1989-90 se aprecia que ha dirigido su interés a este tema.

En la tabla XVI se encuentran las revistas de publicación de los dos períodos. Se trata de un grupo que en el SCI comprende 73 revistas, es el más numeroso de los que estamos estudiando. En el período 1989-90 los investigadores españoles publicaron en mayor número de revistas que en el anterior, pero no se dirigieron a las revistas de mayor factor de impacto, con lo que, en el conjunto, el aumento cuantitativo no va unido a un esfuerzo en alcanzar mayor visibilidad. El factor de impacto medio en el 1985-86 fue 0,972, significativamente mayor ($Z=2,586$, nivel de significación: 5%) que 0,822 correspondiente al 1989-90. Tampoco se aprecia una mejora en el factor

de impacto si estos resultados se comparan con un estudio anterior en el que se vio la evolución de la ciencia española a lo largo de los años 1973 a 1983, en una serie de disciplinas científicas por medio del número de artículos, factor de impacto y citas obtenidas (22). El factor de impacto medio de las revistas de publicación no llegaba a uno en el año 1973 y solamente tuvo un valor ligeramente superior a la unidad en 1982.

Colaboración interinstitucional

Están representadas en la figura 13. Aumentan las colaboraciones en que participan dos y cinco instituciones a expensas de las de tres y cuatro.

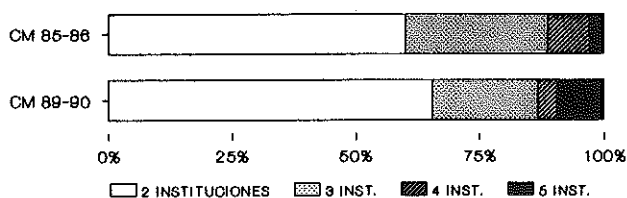


Fig. 13.—Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en ciencia de materiales.

Colaboraciones nacionales e internacionales

	Nacionales %	Internacionales %
1985-86	27	26
1989-90	23	35

Se han modificado ligeramente los porcentajes con colaboraciones internacionales. En los años 1985-86 las colaboraciones nacionales e internacionales eran de la misma intensidad y en el período 1989-90 aumentan las colaboraciones internacionales, pero disminuyen las nacionales.

En la figura 14 están representados los enlaces entre Madrid, Barcelona y Zaragoza y otras provincias con los diferentes países. Obsérvese cómo se han

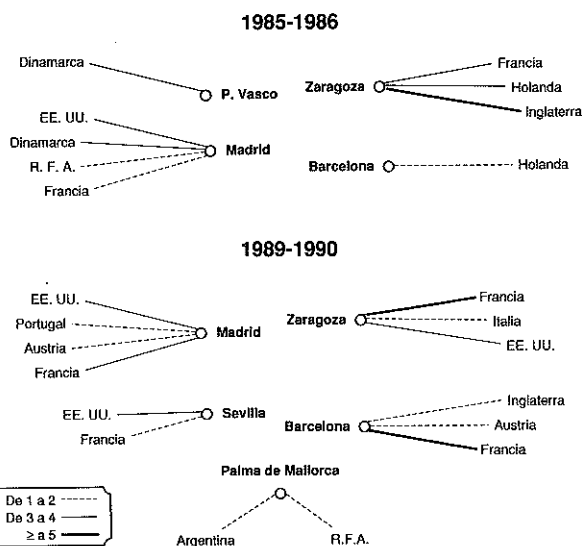


Fig. 14.—Red de colaboraciones internacionales en ciencia de materiales.

modificado los países con que colaboran Zaragoza y Madrid.

En los años 1989-90 estas colaboraciones se realizaron principalmente con universidades francesas e institutos del CNRS, universidades de EE. UU., Austria y la India y con el CNR italiano.

3.4 QUIMICA FISICA

Experimentó un aumento del 16%, del período 1985-86 al 1989-90; sin embargo, su posición en el rango de subcampos científicos ordenados por su productividad pasó del lugar tercero en el primer período, al quinto en el segundo. Le usurpó el puesto física aplicada, que dio un salto desde el lugar décimo.

Las tablas XVII y XVIII muestran la distribución por institución y los índices de actividad.

Obsérvese que en los años 1989-90 queda concentrada, casi exclusivamente, en la Autónoma y CSIC de Madrid, siendo Sevilla (Universidad, CSIC e Instituto de Materiales) en donde ha aumentado el interés. Parece ser que ha ocurrido un desplazamiento parcial de este subcampo.

Las revistas de publicación están representadas en la tabla XIX. La dispersión es menor en el 1989-90.

Tabla XVII

QUIMICA FISICA
(DISTRIBUCION POR INSTITUCION)

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Alcalá	1	—
Univ. Autónoma	14	23
Univ. Complutense	1	—
Univ. Politécnica	—	1
UNED	—	1
CSIC/UAM	2	5
CSIC	28	26
Zaragoza		
Universidad	3	3
CSIC	—	—
CSIC/Universidad	3	4
Barcelona		
Univ. Barcelona	4	—
Univ. Autónoma	1	1
CSIC	2	—
Sevilla		
Universidad	5	8
CSIC	1	2
CSIC/Universidad	—	8
País Vasco		
Universidad	—	2
Alicante		
Universidad	2	—
Valladolid		
Universidad	—	1
Tenerife		
Universidad	—	1
Cantabria		
Universidad	—	1
Núm. de documentos	55	64

Tabla XVIII

QUIMICA FISICA
(INDICE DE ACTIVIDAD)

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Alcalá	2,9	—
Univ. Autónoma	1,8	3
Univ. Complutense	0,2	—
Univ. Politécnica	—	1,6
UNED	—	2,9
CSIC/UAM	0,6	1,4
CSIC	1,3	1,1
Zaragoza		
Universidad	0,3	1,1
CSIC	—	—
CSIC/Universidad	0,7	0,3
Barcelona		
Univ. Barcelona	0,8	—
Univ. Autónoma	0,5	0,5
CSIC	0,7	—
Sevilla		
Universidad	1,2	2,8
CSIC	0,9	1,6
CSIC/Universidad	—	2
País Vasco		
Universidad	—	0,9
Alicante		
Universidad	2,9	—
Valladolid		
Universidad	—	1,7
Tenerife		
Universidad	—	7,2
Cantabria		
Universidad	—	7,2

Tabla XIX
QUIMICA FISICA (REVISTAS DE PUBLICACION)

Años 1985-1986

<i>Revista</i>	<i>Número de artículos</i>	<i>Número de orden</i>	<i>F. impacto</i>	<i>Nivel</i>
Anales de Física Serie A-Química Física y Química Técnica .	4	51	0,035	—
Applied Catalysis	2	23	1,162	3
Colloids and Surfaces	1	33	0,787	3
International Journal of Chemical Kinetics	1	17	1,339	4
Journal de Chimie Physique et de Physico-Chimie Biologique	1	36	0,540	4
Journal de Catalysis	2	10	1,914	3
Journal of Chemical Thermodynamics	6	27	1,034	3
Journal of Colloid and Interface Science	2	16	1,375	3
Journal of Molecular Catalysis	3	11	1,892	3
Journal of Molecular Structure	5	32	0,858	4
Journal of Physical Chemistry	3	3	3,139	4
Journal of the Chemical Society-Faraday Transactions I	2	14	1,537	4
Progress in Surface Science	1	21	1,245	3
Surface and Interface Analysis	3	8	2,139	3
Surface Science	16	5	2,917	3
Zeitschrift für Physikalische Chemie Neue Folge	1	39	0,433	4
Zeolites	2	12	1,864	3
Total	55			

Años 1989-1990

Applied Catalysis	5	23	1,162	3
Catalysis Letters	1	—	—	3
Journal of Catalysis	3	10	1,914	3
Journal of Chemical Thermodynamics	1	27	1,034	3
Journal of Molecular Catalysis	3	11	1,892	4
Journal of Molecular Structure	2	32	0,858	4
Journal of Photochemistry and Photobiology A-Chemistry ..	6	40	0,404	4
Journal of Physical Chemistry	3	3	3,139	4
Journal of the Chemical Society-Faraday Transactions I ...	6	14	1,537	4
Surface and Interface Analysis	10	8	2,139	3
Surface Sciencen	22	5	2,917	3
Zeitschrift für Physikalische Chemie Neue Folge	1	44	0,304	4
Zeolites	1	12	1,864	3
Total	64			

Número revistas en química física SCI: 51

Desaparecen los *Anales de Física Serie A*, aumenta el número de artículos en tres revistas de elevado factor de impacto: *Surface Science*, *Surface and Interface Analysis*, *Journal of the Chemical Society-Faraday Transactions*.

El factor de impacto medio 2,012 alcanzado en el 1989-90 es ligeramente más alto al valor de 1.804 del 1985-86. La diferencia no es significativa ($Z=1,1932$, nivel de significación: 5%).

Colaboración interinstitucional

Está representada en la figura 15. Puede verse una variación en las proporciones de documentos firmados por varias instituciones; desaparecen los firmados por cinco y se sustituyen por documentos de cuatro instituciones.

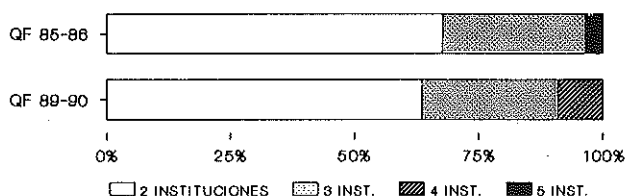


Fig. 15.—Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en química física.

Colaboraciones nacionales e internacionales

Las colaboraciones internacionales aumentaron en mayor proporción que las nacionales. La figura 16

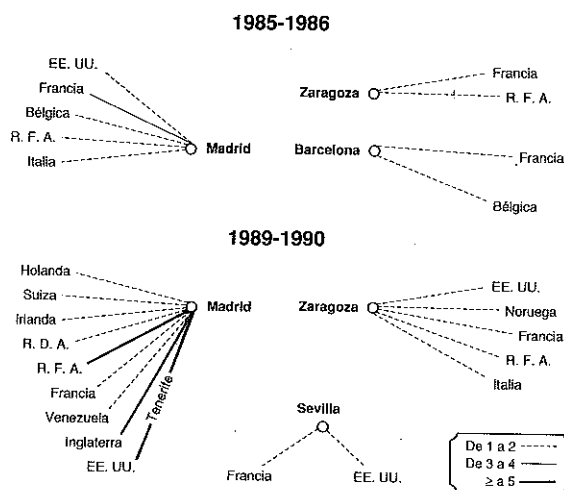


Fig. 16.—Red de colaboraciones internacionales en química física.

	Nacionales %	Internacionales %
1985-86	30	20
1989-90	34	34

presenta los enlaces desde España con los demás países. Son Madrid y Zaragoza los lugares más activos en relaciones internacionales, actividad que ya existía en Madrid en el 1985-86 y se ha fortalecido en el 1989-90. En estos años son el CSIC y la Universidad Autónoma de Madrid las instituciones más activas participando fundamentalmente con universidades, el CNRS francés y otras instituciones de investigación americanas.

3.5 POLIMEROS

La aportación de la investigación en polímeros aumentó un 19% de 1985-86 a 1989-90. La distribución por institución y el índice de actividad se muestran en las tablas XX y XXI.

En los años 1985-86 los 52 documentos procedían del CSIC de Madrid. Las pequeñas cifras de la Universidad de Alcalá de Henares y la Complutense corresponden a documentos en colaboración que, como se indicó en la metodología, se atribuyen por entero a cada institución participante. En los años 1989-90 aparece la misma distribución, aunque también se aprecian documentos del Instituto de Materiales de Aragón y del País Vasco. Conviene recordar que esta investigación no representa la que se dedica en España a polímeros, sino solamente la que incide directamente en nuevos materiales.

La tabla XXII presenta las revistas de publicación. Estas apenas se modifican, lo que era de esperar, ya que se trata de la misma población de investigadores. El factor de impacto medio 1,046 en el 1985-86 y 1,117 en el 89-90 no experimentó un cambio estadísticamente significativo ($Z=0,591$). Sin embargo, si se compara el factor de impacto medio de las revistas de publicación con el estudio citado anteriormente

(22) referido a los años 1973-83, puede verse que ha disminuido ligeramente con respecto al 1983, en que era mayor que la unidad. Es cierto que la base de esta comparación no es exacta, ya que en el estudio anterior se incluían todas las revistas de polímeros en que hubiesen publicado autores españoles, y en el caso que nos ocupa la población de autores es inferior.

Colaboración interinstitucional

La figura 17 muestra el porcentaje de documentos con varias instituciones, que en este caso es muy similar en los dos períodos estudiados.

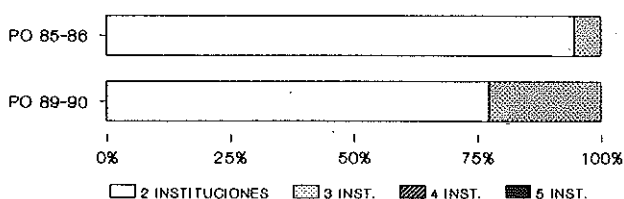


Fig. 17.—Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en polímeros.

Tabla XX

POLIMEROS (DISTRIBUCION POR INSTITUCION)

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Alcalá	2	5
Univ. Autónoma	—	1
Univ. Complutense	1	—
UNED	—	1
CSIC	52	56
Zaragoza		
CSIC/Universidad	—	5
País Vasco		
Universidad	—	2
Burgos		
Universidad	2	—
Valladolid		
Universidad	2	—
Núm. de documentos	52	62

Tabla XXI

POLIMEROS (INDICE DE ACTIVIDAD)

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Alcalá	6,3	12
Univ. Autónoma	—	0,1
Univ. Complutense	0,2	—
UNED	—	2,9
CSIC	2,6	2,4
Zaragoza		
CSIC/Universidad	—	0,4
País Vasco		
Universidad	—	0,8
Burgos		
Universidad	12,6	—
Valladolid		
Universidad	12	—

Tabla XXII
POLIMEROS (REVISTAS DE PUBLICACION)

Años 1985-86

<i>Revista</i>	<i>Número de artículos</i>	<i>Número de orden</i>	<i>F. impacto</i>	<i>Nivel</i>
Advances in Polymer Science	1	2	2,077	3
Angewandte Makromolekulare Chemie	4	27	0,437	—
British Polymer Journal.....	1	23	0,527	—
Colloid and Polymer Science	4	10	0,952	3
European Polymer Journal	7	17	0,698	3
Journal of Applied Polymer Science.....	4	20	0,553	3
Journal of Polymer Science Part A-Polymer Chemistry.....	4	15	0,792	3
Journal of Polymer Science Part B-Polymer Physics	4	4	1,318	3
Macromolecules	7	1	2,395	3
Makromolekulare Chemie Macromolecular Chemistry and Physics	5	14	0,827	3
Makromolekulare Chemie-Rapid Communications	2	3	1,476	3
Polymer Bulletin	2	11	0,872	3
Polymer Communications	2	6	1,052	—
Polymer Degradation and Stability	2	24	0,520	3
Polymer Engineering and Science	2	16	0,752	2
Polymer Photochemistry	1	26	0,439	3
Total	52			

Años 1989-90

Acta Polymerica	1	32	0,287	3
Angewandte Makromolekulare Chemie	2	27	0,437	3
British Polymer Journal.....	3	23	0,527	—
Colloid and Polymer Science	2	10	0,952	3
European Polymer Journal	5	17	0,698	3
Journal of Applied Polymer Science.....	3	20	0,553	3
Journal of Macromolecular Science-Physics B.....	1	18	0,618	3
Journal of Polymer Science Part A-Polymer Chemistry.....	7	15	0,792	3
Journal of Polymer Science Part B-Polymer Physics	3	4	1,318	3
Macromolecules	12	1	2,395	3
Makromolekulare Chemie Macromolecular Chemistry and Physics.....	9	14	0,827	3
Polymer	4	5	1,250	3
Polymer Bulletin	4	11	0,872	3
Polymer Communications	2	6	1,052	—
Polymer Degradation and Stability	2	24	0,520	3
Polymer Engineering and Science	2	16	0,752	2
Total	62			

Número revistas en polímeros SCI: 42

Colaboraciones nacionales e internacionales

Han aumentado en mayor proporción las colaboraciones internacionales que las nacionales.

	Nacionales %	Internacionales %
1985-86	21	15
1989-90	25	24

La figura 18 muestra los enlaces de cooperación que, como era de esperar, presentan en los dos períodos el mismo abanico de países, con un fortalecimiento en el 1989-90 de la cooperación con la Repú-

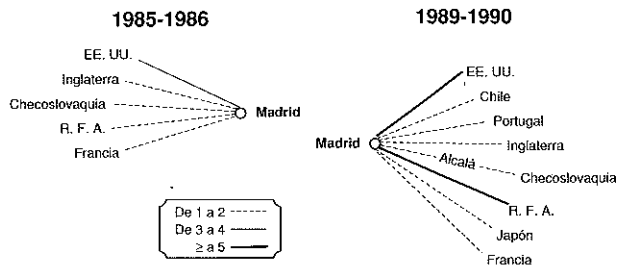


Fig. 18.—Red de colaboraciones internacionales en polímeros.

blica Federal Alemana y con EE. UU. y la presencia de Portugal. Todas las colaboraciones del 1989-90 se han establecido desde el CSIC de Madrid.

3.6 QUIMICA ORGANICA

El crecimiento de la producción de química orgánica relacionada con la investigación de nuevos materiales ascendió en un 38% del período 1985-86 al 1989-90.

En las tablas XXIII y XXIV se presenta la distribución por institución y los índices de actividad.

En los años 1985-86 se desarrolla principalmente en el CSIC de Madrid, la Universidad de Zaragoza y el Instituto de Materiales de Aragón; en los años 1989-90 la producción científica aparece distribuida en más instituciones.

En la tabla XXV se encuentran las revistas de publicación. Las revistas son muy similares en los dos períodos, con algún título más en los años 1989-90 y la desaparición de los *Anales de Química* del SCI. Como en el caso de polímeros, nos encontramos con unos autores concentrados geográficamente en núcleos bien definidos por lo que también la estrategia de publicación se define por las propias líneas de investigación.

En cuanto al factor de impacto medio, aumentó de 1,554 en 1985-86 a 1,721 en el 1989-90. Aunque la

Tabla XXIII
QUIMICA ORGANICA
(DISTRIBUCION POR INSTITUCION)

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Alcalá	1	—
Univ. Complutense	5	9
UNED	—	1
CSIC	12	18
Zaragoza		
Universidad	25	4
CSIC	—	1
CSIC/Universidad	14	36
Barcelona		
Univ. Barcelona	3	1
Univ. Autónoma	4	2
CSIC	3	4
Sevilla		
Universidad	2	6
CSIC	—	4
CSIC/Universidad	—	8
Oviedo		
Universidad	1	—
Tenerife		
Universidad	1	—
Valladolid		
Universidad	—	2
Murcia		
Universidad	—	1
Extremadura		
Universidad	—	2
Núm. de documentos	47	65

Tabla XXIV
QUIMICA ORGANICA
(INDICE DE ACTIVIDAD)

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Alcalá	3,5	—
Univ. Complutense	1,2	1
UNED	—	2,8
CSIC	0,7	0,7
Zaragoza		
Universidad	3,3	1,5
CSIC	—	0,6
CSIC/Universidad	3,8	2,5
Barcelona		
Univ. Barcelona	0,7	0,2
Univ. Autónoma	2,5	1
CSIC	1,2	0,7
Sevilla		
Universidad	0,5	2
CSIC	—	3
CSIC/Universidad	—	2
Oviedo		
Universidad	2	—
Tenerife		
Universidad	14	—
Valladolid		
Universidad	—	3,5
Murcia		
Universidad	—	4,7
Extremadura		
Universidad	—	14

Tabla XXV
QUIMICA ORGANICA (REVISTAS DE PUBLICACION)

Años 1985-86				
Revista	Número de artículos	Número de orden	F. impacto	Nivel
Anales de Química Serie C-Química Orgánica y Bioquímica	5	33	0,246	4
Heterocycles	2	22	0,873	4
Journal of Heterocyclic Chemistry	1	26	0,580	4
Journal of Organic Chemistry	1	5	2,344	4
Journal of Organometallic Chemistry	28	8	1,929	4
Journal of Chemical Society-Perkin Transactions II	1	18	1,106	4
Magnetic Resonance in Chemistry	3	16	1,234	—
Organic Preparations and Procedures International	1	29	0,451	4
Synthesis-Stuttgart	2	14	1,301	4
Tetrahedron	3	11	1,756	4
Total	47			
Años 1989-90				
Carbohydrate Research	2	13	1,350	4
Heterocycles	3	22	0,873	4
Journal of Heterocyclic Chemistry	7	26	0,580	4
Journal of Organic Chemistry	2	5	2,344	4
Journal of Organometallic Chemistry	29	8	1,929	4
Journal of the Chemical Society-Perkin Transactions I	1	15	1,254	4
Organometallics	8	3	3,354	4
Synthesis-Stuttgart	2	14	1,301	4
Synthetic Communications	3	24	0,679	4
Tetrahedron	4	11	1,756	4
Tetrahedron Letters	1	6	2,080	4
Tetrahedron-Asymmetry	3	—	—	—
Total	65			

Número revistas en química orgánica SCI: 34

diferencia no es estadísticamente significativa ($Z=1,201$, 5% nivel de significación); sin embargo, es más elevado que el correspondiente a las revistas de publicación empleadas en los años 1973-83, cuando no alcanzaba la unidad.

Disminuyen las colaboraciones de dos instituciones en favor de las de tres y cuatro; esto concuerda bien con la tabla XXIII en la que los documentos que, en pequeño número, aparecen distribuidos en la tabla, corresponden a colaboraciones con los centros más productivos.

Colaboración interinstitucional

Se pone de manifiesto más actividad interinstitucional (figura 19).

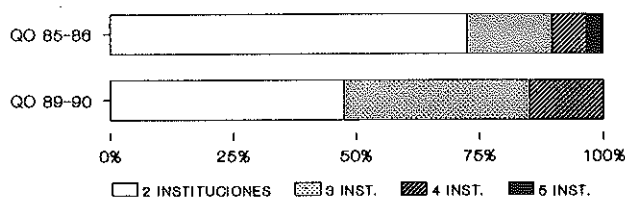


Fig. 19.—Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en química orgánica.

Colaboraciones nacionales e internacionales

	Nacionales %	Internacionales %
1985-86	38	21
1989-90	44	17

En los dos períodos es más elevada la proporción de colaboraciones nacionales que internacionales; éstas disminuyen ligeramente en el 1989-90, no en tér-

minos absolutos, ya que son 11 documentos los firmados con instituciones extranjeras y 10 en el periodo anterior, sino en el porcentaje de los artículos publicados.

La colaboración internacional, en 1989-90, está formada por redes en las que participan varias instituciones españolas y extranjeras, así la Universidad de Extremadura, la Complutense y el CSIC de Zaragoza

colaboran con Francia; el Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón y la Universidad de Logroño colaboran con el CNR de Italia y con la República Federal Alemana, etc. El CSIC de Madrid colabora con las universidades francesas y el CNRS. No se hace la representación gráfica porque se trata de pocos documentos en los que están incluidas varias instituciones, con lo que la figura no añadiría claridad.

3.7 QUIMICA ANALITICA

Es el único subcampo científico en el que disminuyó el número de documentos que se publicaron en el 1989-90 frente a los aparecidos en el 1985-86.

En las tablas XXVI y XXVII puede apreciarse cómo desapareció de la Universidad Central y Politécnica de Barcelona y disminuye en el CSIC de Madrid, la Universidad, el CSIC y el Instituto de Materiales de Sevilla y en la Universidad de Palma de Mallorca. En estos últimos cuatro lugares el índice de actividad de química analítica es elevado porque el peso relativo dedicado a este subcampo continúa siendo alto, tanto en las instituciones como en el conjunto del fichero.

En la tabla XXVIII están representadas las revistas de publicación. En los años 1989-90 solamente es una: *Thermochimica Acta*. El factor de impacto disminuyó ligeramente, de 0,656 a 0,567. La diferencia no es significativa estadísticamente ($t=0,131$, 68 grados de libertad).

Hemos visto en los ficheros correspondientes a 1985-86 y 1989-90 que la disminución de documentos en química analítica se debe casi exclusivamente a dos grupos de investigación, uno localizado en la Facultad de Físicas de la Universidad de Barcelona, que en los años 1985-86 publicó 14 artículos y de ellos 12 en revistas de química analítica. En el período 1989-90 este grupo publicó nueve artículos de los cuales solamente uno es de química analítica; los restantes estuvieron distribuidos en materiales (3), metalurgia (3) y física aplicada (2). El segundo grupo, perteneciente al Departamento de Física de la Universidad Balear, está presente en el 1985-86 con 12 artículos, 11 de ellos de química analítica; en los años 1989-90 ha publicado ocho artículos, solamente tres de química analítica; los restantes se distribuyen en metalurgia (2), física aplicada, instrumentos y química, con un artículo en cada subcampo.

Nos encontramos, pues, con dos grupos que han

Tabla XXVI

QUIMICA ANALITICA
(DISTRIBUCION POR INSTITUCION)

	1985/1986	1989/1990
Madrid		
Univ. Autónoma	1	1
Univ. Complutense	6	6
CSIC	12	4
Barcelona		
Univ. Barcelona	12	1
UPC	8	—
Sevilla		
Universidad	6	4
CSIC	6	3
CSIC/Universidad	—	10
País Vasco		
Universidad	1	—
Palma de Mallorca		
Universidad	11	4
Las Palmas		
Universidad	4	1
Córdoba		
Universidad	2	—
Núm. de documentos	42	24

Tabla XXVII

QUIMICA ANALITICA
(INDICE DE ACTIVIDAD)

	1985-86	1989-90
Madrid		
UAM	0,1	0,4
UCM	1,6	1,9
CSIC	0,7	0,4
Barcelona		
Univ. Barcelona	3,1	0,7
UPC	7,8	—
Sevilla		
Universidad	1,9	3,9
CSIC	7,8	6,4
CSIC/Universidad	—	6,8
País Vasco		
Universidad	0,9	—
Palma de Mallorca		
Universidad	14,3	9,4
Las Palmas		
Universidad	15,6	40
Córdoba		
Universidad	7,8	—

Tabla XXVIII
QUIMICA ANALITICA (REVISTAS DE PUBLICACION)

Años 1985-86				
<i>Revista</i>	<i>Número de artículos</i>	<i>Número de orden</i>	<i>F. impacto</i>	<i>Nivel</i>
Afinidad	2	40	0,071	3
Analyst	1	11	1,513	3
Analytical Chemistry	1	2	3,980	3
Journal of Thermal Analysis	3	31	0,470	3
Mikrochimica Acta	1	26	0,668	3
Thermochemica Acta	34	30	0,584	3
Total	42			
Años 1989-90				
Thermochemica Acta	24	30	0,584	3
Total	24			

Número revistas en química analítica SCI: 41

orientado su investigación hacia otros subcampos más afines al desarrollo de nuevos materiales. Estos dos grupos han influido en el cambio de posición de física aplicada y metalurgia (ascendente) y química analítica (descendente) en los años 1989-90 respecto al 1985-86.

Colaboración interinstitucional

Puede apreciarse en la figura 20 que experimentó un cambio hacia publicaciones firmadas por mayor número de instituciones.

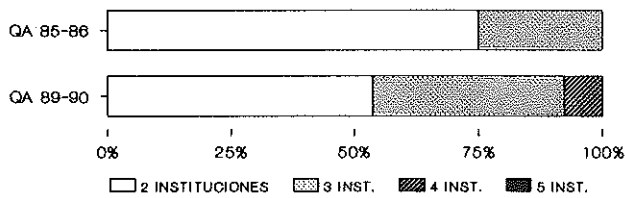


Fig. 20.—Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en química analítica.

Colaboraciones nacionales e internacionales

	<i>Nacionales</i> %	<i>Internacionales</i> %
1985-86	52	12
1989-90	32	27

Las colaboraciones nacionales disminuyen aunque intervengan más instituciones, como se indicó en el párrafo anterior. Esta contradicción aparente es el resultado del recuento. Cuando hablamos de documentos con o sin colaboraciones nos referimos a aquellos en los que firma más de una institución, o los documentos con una sola institución.

En los documentos resultado de colaboraciones el número de instituciones puede ser dos, tres, cuatro, etc. Por ello hemos distinguido en los documentos con colaboración las participaciones de distintas instituciones por ser un indicador de la cohesión alrededor de determinados temas.

3.8 CRISTALOGRAFIA

El número de documentos científicos en este subcampo es en los dos períodos prácticamente el mismo, lo que quiere decir que la participación relativa de la cristalografía en el conjunto de esta investigación ha disminuido.

En las tablas XXIX y XXX se presenta la distribución por instituciones y el índice de actividad.

El CSIC de Barcelona mantiene su producción, mientras que la actividad se desplaza de Sevilla a Zaragoza, donde destaca el Instituto de Materiales de Aragón.

La tabla XXXI presenta las revistas de publicación.

El dato más destacado es la presencia en el 1989-90 de mayor número de artículos sobre cristales líquidos y menor sobre estructura cristalina, lo que puede suponer una modificación de las líneas de investigación respecto al período 1985-86. En cuanto al factor de impacto, aumentó de 0,767 en el 1985-86 a 0,980 en el 1989-90, aunque la diferencia no es estadísticamente significativa ($Z=1,775$).

Tabla XXIX
CRISTALOGRAFIA
(DISTRIBUCION POR INSTITUCION)

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Autónoma	1	1
Univ. Complutense	4	—
CSIC/Autónoma	1	—
CSIC	5	2
Zaragoza		
Universidad	3	2
CSIC	—	2
CSIC/Universidad	—	17
Barcelona		
Univ. Barcelona	4	4
Univ. Autónoma	1	—
CSIC	12	11
Sevilla		
Universidad	10	3
CSIC/Universidad	16	1
País Vasco		
Universidad	1	4
Oviedo		
Universidad	1	—
Cádiz		
Universidad	1	—
Valladolid		
Universidad	—	1
Salamanca		
Universidad	—	1
Núm. de documentos	42	43

Tabla XXX
CRISTALOGRAFIA
(INDICE DE ACTIVIDAD)

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Autónoma	0,2	0,2
Univ. Complutense	1	—
CSIC/Autónoma	0,3	—
CSIC	0,3	0,1
Zaragoza		
Universidad	0,4	1,2
CSIC	—	1,7
CSIC/Universidad	—	1,8
Barcelona		
Univ. Barcelona	1	1,5
Univ. Autónoma	0,7	—
CSIC	5,8	2,8
Sevilla		
Universidad	3,2	1,6
CSIC/Universidad	15,6	0,4
País Vasco		
Universidad	0,9	2,6
Oviedo		
Universidad	2	—
Cádiz		
Universidad	7,8	—
Valladolid		
Universidad	—	2,6
Salamanca		
Universidad	—	10,8

Tabla XXXI
CRISTALOGRAFIA (REVISTAS DE PUBLICACION)

Años 1985-86

<i>Revista</i>	<i>Número de artículos</i>	<i>Número de orden</i>	<i>F. impacto</i>	<i>Nivel</i>
Acta Crystallographica Section A-Foundations of Crystallography.....	4	1	2,088	4
Acta Crystallographica Section B-Structural Science.....	1	4	1,422	4
Acta Crystallographica Section C-Crystal Structure-Communications	28	11	0,474	4
Journal of Crystal Growth.....	2	2	1,879	2
Journal of Crystallographic and Spectroscopic Research ...	1	13	0,422	4
Molecular Crystals and Liquid Crystals.....	4	7	0,856	4
Zeitschrift für Kristallographie	2	8	0,784	4
Total	42			

Años 1989-90

Acta Crystallographica Section A-Foundations of Crystallography.....	3	1	2,088	—
Acta Crystallographica Section C-Crystal Structure Communications	11	11	0,474	4
Journal of Crystal Growth.....	3	2	1,879	2
Journal of Crystallographic and Spectroscopic Research ...	3	13	0,422	4
Langmuir	1	3	1,689	—
Liquid Crystals	5	3	1,689	—
Molecular Crystals and Liquid Crystals	15	7	0,856	4
Progress in Crystal Growth and Characterization	1	10	0,512	2
Zeitschrift für Kristallographie	1	8	0,784	4
Total	43			

Número revistas en cristalografía SCI: 14

Colaboración interinstitucional

La figura 21 indica que se ha invertido la proporción de participación interinstitucional, disminuyendo de 1985-86 a 1989-90 el número de instituciones que colaboran, contrariamente a lo que ha ocurrido en otros subcampos científicos. Esto debe estar relacionado con el desplazamiento de los lugares en que

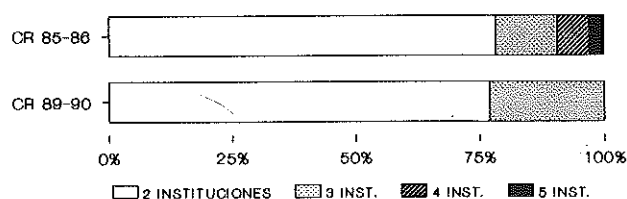


Fig. 21.—Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en cristalografía.

se produjo la investigación y las redes de colaboración que se establecen desde los mismos.

Colaboraciones nacionales e internacionales

	<i>Nacionales %</i>	<i>Internacionales %</i>
1985-86	69	7
1989-90	39	18

La disminución de las colaboraciones interinstitucionales corresponde a las que tenían lugar dentro de España. Las colaboraciones internacionales han aumentado, pero en números absolutos es muy baja (tres artículos en el primer período y ocho en el segundo), por lo que no se representa gráficamente.

3.9 FISICA

El número de documentos clasificados como física experimenta un aumento del 30% al pasar del primero al segundo período de tiempo. Su aportación al conjunto de investigación en materiales es la misma (5,5 % en el 1985-86 y 5,0 % en el 1989-90)

Las tablas XXXII y XXXIII presentan la distribución por instituciones y el índice de actividad.

Obsérvese que es el subcampo científico en que están presentes más instituciones; véase también que los índices de actividad indican un elevado interés en este subcampo en todas ellas. Sobresalen los institutos del CSIC de Madrid.

La tabla XXXIV presenta las revistas de publicación.

Se ha producido una concentración de los artículos en menor número de revistas de mayor factor de impacto.

El factor de impacto medio, que en el 1985-86 era de 1,728, aumentó a 2,121 en el siguiente período. Aunque la diferencia no es estadísticamente significativa ($Z=0,858$); sin embargo, el factor de impacto medio del 1989-90 es también más elevado al encontrado para física en los años 1973-83 (22). El factor de impacto de las revistas de publicación había alcanzado un máximo en 1976 de alrededor de 1,8 y desde entonces había descendido ligeramente. En el año 1983 era alrededor de 1,3 y el subconjunto de las re-

Tabla XXXII

FISICA (DISTRIBUCION POR INSTITUCION)

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Autónoma	10	9
Univ. Complutense	2	6
Univ. Politécnica	—	1
CSIC/Autónoma	2	7
CSIC	13	11
Zaragoza		
Universidad	3	2
CSIC	—	2
CSIC/Universidad	1	8
Barcelona		
Univ. Barcelona	5	6
Univ. Politécnica	2	1
Univ. Autónoma	1	4
CSIC	—	3
Sevilla		
Universidad	1	—
País Vasco		
Universidad	2	4
Santiago		
Universidad	2	—
Alicante		
Universidad	—	4
Oviedo		
Universidad	—	1
Núm. de documentos	36	47

Tabla XXXIII

FISICA (INDICE DE ACTIVIDAD)

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Autónoma	1,9	1,6
Univ. Complutense	0,6	0,9
Univ. Politécnica	—	2,2
CSIC/Autónoma	0,8	2,8
CSIC	0,9	0,6
Zaragoza		
Universidad	0,5	1
CSIC	—	1,6
CSIC/Universidad	0,3	0,8
Barcelona		
Univ. Barcelona	1,5	2
Univ. Politécnica	2,3	6,6
Univ. Autónoma	0,8	2,8
CSIC	—	0,7
Sevilla		
Universidad	0,4	—
País Vasco		
Universidad	2	2,4
Santiago		
Universidad	4,5	—
Alicante		
Universidad	—	11,4
Oviedo		
Universidad	—	10

Tabla XXXIV
FISICA (REVISTAS DE PUBLICACION)

Años 1985-86				
<i>Revista</i>	<i>Número de artículos</i>	<i>Número de orden</i>	<i>F. impacto</i>	<i>Nivel</i>
American Journal of Physics	1	44	0,452	3
Europhysics Letters	2	6	3,232	—
Journal de Physique	13	29	0,924	4
Journal de Physique Lettres	2	9	2,927	4
Nuovo Cimento della Societa Italiana di Fisica D-Condensed Matter Atomic Molecules and Chemical Physics				
Fluids Plasmas Biophysics	1	47	0,439	—
Physica B & C	4	54	0,186	4
Physica Scripta	3	27	1,053	4
Physical Review A- General Physics	6	10	2,323	4
Physical Review Letters	2	3	8,213	4
Physics Letters	2	21	1,364	4
Total	36			
Años 1989-90				
American Journal of Physics	2	44	0,452	3
Journal de Physique	21	29	0,924	4
Journal of Physics A- Mathematical and General	2	14	1,926	4
Physica D	1	15	1,910	4
Physica Scripta	6	26	1,053	4
Physical Review A	6	10	2,323	4
Physical Review Letters	6	3	8,213	4
Physics Letters A	3	21	1,364	4
Total	47			
Número revistas en física SCI: 64				

vistas de física que estamos estudiando presenta un factor de impacto mejor.

Colaboración interinstitucional

Están representadas en la figura 22. La participación de múltiples instituciones es mayor en los años 1989-90 que en el período anterior; es decir, la investigación se sustenta por una estructura más compleja.

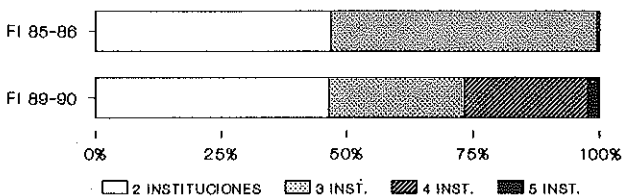


Fig. 22.—Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en física.

Colaboraciones nacionales e internacionales

	Nacionales %	Internacionales %
1985-86	11	39
1989-90	29	55

En este subcampo en los dos períodos las colaboraciones con el extranjero han sido mayores que las nacionales. En el 1989-90, los dos tipos de colaboración se han desarrollado, como ya se ha visto, con la participación de más instituciones.

En la figura 23 se muestran los enlaces internacionales. En los años 1989-90 las redes internacionales son complejas; participan también varias institucio-

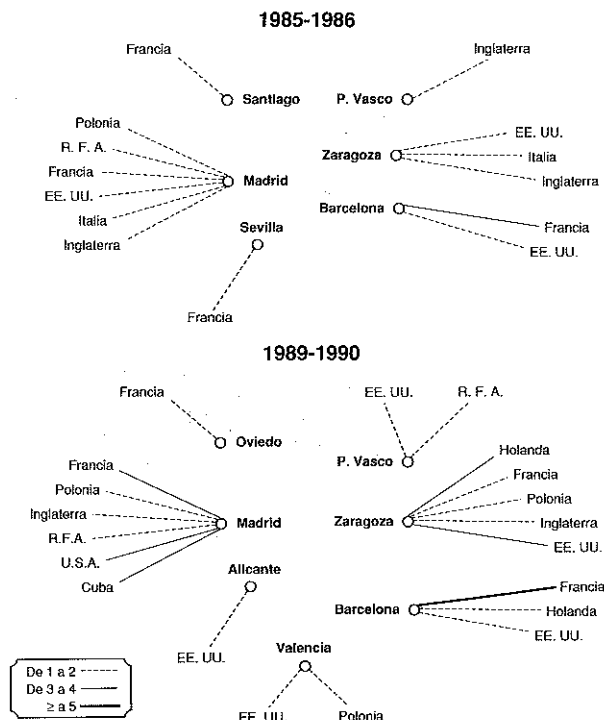


Fig. 23.—Red de colaboraciones internacionales en física.

nes nacionales, por lo que la representación gráfica puede resultar poco clara. Destaca el Instituto de Materiales de Aragón, que colabora con Universidades de Holanda, Italia y EE. UU. y el CNRS de Francia. La Universidad Central de Barcelona tiene relación con universidades y el CNRS francés, en las que también participan la Universidad de Oviedo y la Complutense de Madrid.

El CSIC de Madrid colabora con universidades de Cuba y Polonia, participando la Universidad de Valencia. La Autónoma de Madrid colabora con universidades de la República Federal Alemana, participando el CSIC, la Universidad de Alicante y la del País Vasco.

3.10 FÍSICA APLICADA

De 1985-86 a 1989-90 experimentó un aumento del 188%, una variación extraordinaria que, como se indicó en el apartado de química analítica, es, en parte, debido a los diferentes canales de publicación utilizados por dos grupos de investigación; probablemente ello es debido a una modificación de las propias líneas de investigación. También se ha puesto de manifiesto que dos grupos muy productivos de la Facultad de Física de la Universidad de Barcelona y de la Politécnica, que en los años 1985-86 publicaban en revistas de física, física de la materia condensada y

ciencia de materiales, en los 1989-90 publican además en revistas de física aplicada.

Las tablas XXXV y XXXVI presentan la distribución de los documentos por institución y los índices de actividad.

Se aprecia que el CSIC y la Autónoma de Madrid, que estaban a la cabeza en el 1985-86, continúan en buenos puestos en el 1989-90, pero la distribución es diferente y después del CSIC de Madrid se sitúan la Complutense y la Central de Barcelona. Al mismo tiempo aparecen el Instituto de Materiales de Aragón

Tabla XXXV

**FÍSICA APLICADA
(DISTRIBUCION POR INSTITUCION)**

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Autónoma	8	15
Univ. Politécnica	4	20
CSIC/Autónoma	6	5
CSIC	10	26
Zaragoza		
Universidad	—	3
CSIC	—	3
CSIC/Universidad	—	13
Barcelona		
Univ. Barcelona	3	17
Univ. Politécnica	1	1
Univ. Autónoma	—	1
CSIC	—	14
Sevilla		
Universidad	1	—
País Vasco		
Universidad	—	1
Palma de Mallorca		
Universidad	—	3
Santiago		
Universidad	2	4
Oviedo		
Universidad	1	—
Santander		
Universidad	—	1
Núm. de documentos	27	78

Tabla XXXVI

**FÍSICA APLICADA
(INDICE DE ACTIVIDAD)**

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Autónoma	2,2	1,6
Univ. Politécnica	1,8	1,9
CSIC/Autónoma	3,7	1,2
CSIC	1	0,9
Zaragoza		
Universidad	—	0,9
CSIC	—	1,4
CSIC/Universidad	—	0,7
Barcelona		
Univ. Barcelona	1,3	3,4
Univ. Politécnica	1,5	3,9
Univ. Autónoma	—	0,4
CSIC	—	1,9
Sevilla		
Universidad	0,5	—
País Vasco		
Universidad	—	0,3
Palma de Mallorca		
Universidad	—	2
Santiago		
Universidad	6,3	4,7
Oviedo		
Universidad	3,5	—
Santander		
Universidad	—	5,9

Tabla XXXVII
FISICA APLICADA (REVISTAS DE PUBLICACION)

Años 1985-86				
Revista	Número de artículos	Número de orden	F. impacto	Nivel
Applied Physics A - Solids and Surfaces	1	10	1,785	3
Applied Physics B - Photophysics and Laser Chemistry	1	14	1,307	3
Applied Physics Letters.....	2	1	4,059	3
IEEE Journal of Quantum Electronics	1	2	3,567	3
Journal of Applied Physics.....	7	11	1,750	3
Journal of Physics D - Applied Physics	4	17	1,112	3
Journal of Physics F - Metal Physics	3	5	2,273	3
Journal of Vacuum Science & Technology A - Vacuum Surfaces and Films.....	4	8	1,917	3
Philosophical Magazine A - Defects and Mechanical Properties	1	12	1,485	3
Revue de Physique Appliquée	1	27	0,528	3
Vacuum	2	24	0,645	3
Total	27			
Años 1989-90				
Applied Physics A - Solids and Surfaces	1	10	1,785	3
Applied Physics Letters	2	2	4,059	3
Cryogenics	6	21	0,719	3
Journal of Applied Physics	14	11	1,750	3
Journal of Physics D - Applied Physics	4	17	1,112	3
Journal of Vacuum Science & Technology A - Vacuum Surfaces and Films	6	8	1,917	3
Journal of Vacuum Science & Technology B - Micro-electronics Processing and Phenomena	2	3	2,613	3
Philosophical Magazine A - Physics of Condensed Matter Defects and Mechanical Properties	1	12	1,485	—
Physica C*	25	1	4,253	—
Vacuum	17	24	0,645	3
Total	78			

Número revistas en física aplicada SCI: 36

y el CSIC de Barcelona, invisibles en el período anterior.

La tabla XXXVII presenta las revistas de publicación. Se ha producido una concentración de tres revistas, una de ellas, *Physica C*, que no estaba mencionada en el Journal Citation Reports de 1988, se encuentra en el primer puesto del grupo de física aplicada en 1989. Por ello, el factor de impacto medio en el 1989-90 fue 2,291, superior al valor 1,824 alcanzado en el 1985-86 (la diferencia no es estadísticamente significativa, $Z=1,518$). Este hecho indica que los investigadores que han orientado su investigación en esta dirección ya tenían un bagaje científico que les ha permitido entrar directamente en revistas de prestigio.

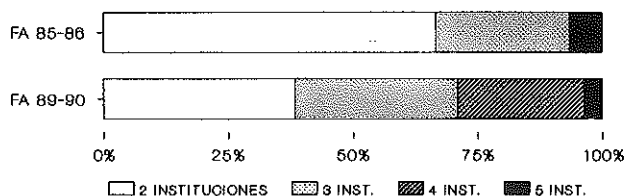


Fig. 24.—Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en física aplicada.

Colaboración interinstitucional

La figura 24 presenta el porcentaje de artículos firmados por dos, tres, cuatro, y cinco instituciones. Se

observa claramente cómo ha habido un cambio en el sistema de colaboraciones que soporta la investigación, una fuerte disminución de dos Instituciones en favor de colaboraciones con cuatro y cinco.

Colaboraciones nacionales e internacionales

	Nacionales %	Internacionales %
1985-86	37	18
1989-90	29	37

El cambio es también notable en las colaboraciones; si bien disminuyen las nacionales, aumentan las internacionales. Esto está relacionado con el aumento interinstitucional, es decir, se participa en redes más complejas.

Solamente se representan las colaboraciones internacionales del período 1989-90, que son las más interesantes (fig. 25). Para lograr alguna claridad, no se

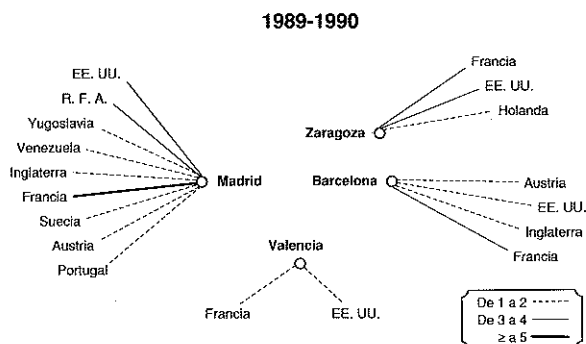


Fig. 25.—Red de colaboraciones internacionales en física aplicada.

han dibujado todos los enlaces, pero ha de tenerse en cuenta que en cuatro de las colaboraciones participan Francia, Universidad y CSIC de Barcelona, la Complutense de Madrid y el Instituto de Materiales de Aragón: colabora con la Universidad de Barcelona, el CSIC de Barcelona, la Complutense de Madrid y Francia, con la Autónoma y el CSIC de Barcelona y Universidades americanas, etc.

3.11 QUIMICA

Experimentó un aumento del 109%, con lo que su participación en la investigación de nuevos materiales ascendió del 3 al 4,6%.

Las tablas XXXVIII y XXXIX presentan la distribución de los documentos por institución y los índices de actividad.

El CSIC de Madrid es el punto fuerte en los dos períodos. Sin embargo, en el segundo la producción científica está distribuida en gran número de instituciones, a través de colaboraciones, y se encuentra a la cabeza el Instituto de Materiales de Aragón.

La tabla XL presenta las revistas de publicación.

El perfil de las revistas de publicación no se ha modificado. El factor de impacto medio tampoco ha

experimentado un cambio significativo, 2,093 en 1985-86 y 1,907 en el 1989-90 ($t=0,416$ con 63 grados de libertad). Sin embargo, si se compara con el factor de impacto de química general en España a lo largo de los años 1973-83 sí se aprecia una mejoría, ya que en 1983 el factor de impacto medio era alrededor de 1,3.

Colaboración interinstitucional

Están representadas en la figura 26.

No se han modificado sensiblemente entre los dos períodos, aunque sí se aprecia el aumento de artículos en que han intervenido cuatro instituciones.

Tabla XXXVIII

QUIMICA (DISTRIBUCION POR INSTITUCION)

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Alcalá	—	1
Univ. Autónoma	—	2
Univ. Complutense	3	2
UNED	—	1
CSIC	9	12
Zaragoza		
Universidad	7	7
CSIC	—	3
CSIC/Universidad	5	19
Barcelona		
Univ. Barcelona	1	2
Univ. Autónoma	—	2
CSIC	3	4
Sevilla		
Universidad	4	3
CSIC/Universidad	—	3
País Vasco		
Universidad	—	1
Palma de Mallorca		
Universidad	—	1
Valladolid		
Universidad	—	1
Murcia		
Universidad	1	—
Núm. de documentos	21	44

Tabla XXXIX

QUIMICA (INDICE DE ACTIVIDAD)

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Alcalá	—	3,4
Univ. Autónoma	—	0,4
Univ. Complutense	1,7	0,3
UNED	—	4,2
CSIC	1,2	0,7
Zaragoza		
Universidad	2,1	3,8
CSIC	—	2,5
CSIC/Universidad	3,2	1,9
Barcelona		
Univ. Barcelona	0,5	0,7
Univ. Autónoma	—	1,5
CSIC	3,1	1
Sevilla		
Universidad	2,7	1,5
CSIC/Universidad	—	1
País Vasco		
Universidad	—	0,6
Palma de Mallorca		
Universidad	—	1,2
Valladolid		
Universidad	—	2,5
Murcia		
Universidad	33	—

Tabla XL
QUIMICA (REVISTAS DE PUBLICACION)

Años 1985-86				
<i>Revista</i>	<i>Número de artículos</i>	<i>Número de orden</i>	<i>F. impacto</i>	<i>Nivel</i>
Abstracts of Papers of the American Chemical Society	3	60	0,250	—
Angewandte Chemie-International Edition in English	1	3	5,103	3
Bulletin des Societes Chimiques Belges	1	36	0,593	4
Canadian Journal of Chemistry - Journal Canadien de Chimie	1	23	1,015	4
Gazzetta Chimica Italiana	1	30	0,839	4
Journal of Chemical Research	2	41	0,471	4
Journal of Inclusion Phenomena	1	32	0,765	—
Journal of the American Chemical Society	4	4	4,566	4
Journal of the Chemical Society - Chemical Communications	5	8	2,418	4
Nouveau Journal de Chimie - New Journal of Chemistry ..	1	14	1,644	4
Pure and Applied Chemistry	1	11	1,941	4
Total	21			
Años 1989-90				
Abstracts of Papers of the American Chemical Society	5	60	0,250	—
ACS Symposium Series	1	33	0,680	4
Angewandte Chemie- International Edition in English	5	3	5,103	3
Bulletin des Societes Chimiques Belges	1	36	0,593	4
Bulletin of the Chemical Society of Japan	2	27	0,907	4
Canadian Journal of Chemistry - Journal Canadien de Chimie	4	23	1,015	4
Chemistry Letters	1	15	1,611	4
Collection Czechoslovak Chemical Communications	1	45	0,436	4
Gazzetta Chimica Italiana	1	30	0,839	4
Journal of Chemical Education	2	41	0,471	3
Journal of Chemical Research	1	41	0,471	4
Journal of Physics and Chemistry of Solids	5	26	0,916	4
Journal of the American Chemical Society	4	4	4,566	4
Journal of the Chemical Society - Chemical Communications	8	8	2,418	4
New Journal of Chemistry - Nouveau Journal de Chimie ...	1	14	1,644	4
Pure and Applied Chemistry	1	11	1,941	4
Total	43			

Número revistas en química SCI: 76

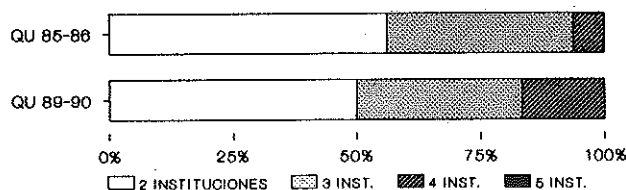


Fig. 26.—Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en química.

	<i>Nacionales %</i>	<i>Internacionales %</i>
1985-86	43	33
1989-90	42	28

Colaboraciones nacionales e internacionales

No ha habido un cambio importante, aunque disminuyeron en porcentaje las colaboraciones interna-

cionales. En cifras absolutas se trata de números pequeños (siete en el 1985-86 y 12 en el 1989-90). Por este motivo, en este subcampo científico como en los dos siguientes ya no tiene mucho contenido la representación gráfica, por lo que prescindimos de ella.

3.12 MATERIALES CERAMICOS

El número de documentos es de 15 en los años 1985-86 y de 17 en los años 1989-90. Como puede suponerse, este subcampo no ha experimentado grandes cambios.

En las tablas XLI y XLII se presenta la distribución por instituciones y el índice de actividad. Es en el Instituto de Cerámica y Vidrio del CSIC donde se concentra prácticamente toda la actividad.

Tabla XLI
MATERIALES CERAMICOS
(DISTRIBUCION POR INSTITUCION)

	1985-86	1989-90
Madrid		
CSIC.....	13	12
Zaragoza		
CSIC/Universidad	1	1
Barcelona		
Univ. Barcelona	—	1
CSIC	—	1
Sevilla		
Universidad	2	2
CSIC	—	1
CSIC/Universidad	—	1
Núm. de documentos	15	17

Tabla XLII
MATERIALES CERAMICOS
(INDICE DE ACTIVIDAD)

	1985-86	1989-90
Madrid		
CSIC.....	2,2	1,9
Zaragoza		
CSIC/Universidad	0,8	0,2
Barcelona		
Univ. Barcelona	—	0,9
CSIC	—	0,6
Sevilla		
Universidad	1,7	2,6
CSIC	—	3
CSIC/Universidad	—	0,9

Tabla XLIII
MATERIALES CERAMICOS (REVISTAS DE PUBLICACION)

Años 1985-86				
Revista	Número de artículos	Número de orden	F. impacto	Nivel
American Ceramic Society Bulletin	1	5	0,872	2
Journal of Non-Crystalline Solids	7	4	0,955	3
Journal of the American Ceramic Society	4	2	1,323	2
Physics and Chemistry of Glasses	1	3	0,988	3
Revue Internationale des Hautes Temperatures et des Refractaires	2	7	0,481	—
Total	15			
Años 1989-90				
Journal of Non-Crystalline Solids	9	4	0,955	3
Journal of the American Ceramic Society	8	2	1,323	2
Total	17			

Número revistas en materiales cerámicos SCI: 14

En la tabla XLIII se presentan las revistas de publicación.

En los años 1989-90 solamente se utilizan dos revistas, las dos situadas a la cabeza de su grupo según el valor del factor de impacto, lo que significa un valor algo más alto para el segundo período, 1,128 comparado con 0,987 del anterior. La diferencia no es estadísticamente distinta ($t=1,762$, grado de libertad, 30)

Colaboración interinstitucional

En la figura 27 puede verse que, como era de esperar, sigue las mismas pautas en los dos períodos.

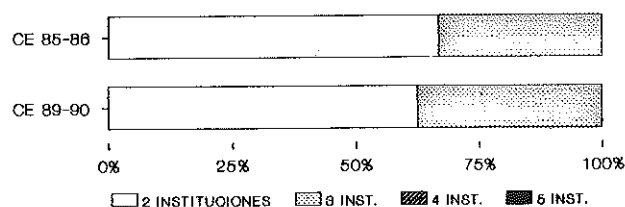


Fig. 27.—Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en materiales cerámicos.

Colaboraciones nacionales e internacionales

Solamente un pequeño número de documentos indican participación de otras instituciones, tanto españolas como extranjeras. Es decir, el conjunto de la investigación en materiales cerámicos se muestra en situación estacionaria y publicando en buenas revistas de su tema.

3.13 METALURGIA

Es el subcampo científico que experimentó el mayor crecimiento: de 10 documentos publicados en el 1985-86 se pasa a 40 en el 1989-90.

En las tablas XLIV y XLV se representa la distribución de documentos y el índice de actividad en los dos períodos.

En el período 1985-86 son el CENIM del CSIC y la Universidad de Sevilla los lugares de publicación. En el 1989-90, además de esos dos puntos, destaca la Complutense de Madrid y otras universidades que participan en diversas colaboraciones.

En la tabla XLVI se encuentran las revistas de publicación. Es interesante observar que el crecimiento de publicaciones se acumula casi exclusivamente en la revista *Journal of the Less-Common Metals*.

El factor de impacto medio descendió ligeramente de 0,995 (1985-86) a 0,807 (1989-90). La diferencia no es significativa, ($t=0,294$, grado de libertad 48).

Colaboración interinstitucional

En la figura 28 se corrobora la mayor participación de Instituciones en la investigación y aparecen artículos firmados con cuatro y cinco instituciones en los años 1989-90.

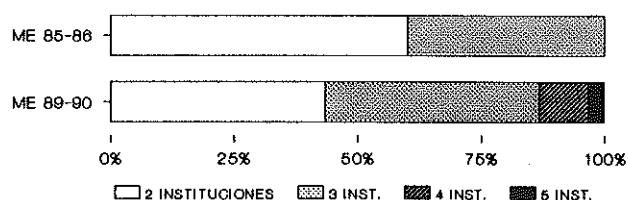


Fig. 28.—Índice de colaboración interinstitucional en 1985-86 y 1989-90 en metalurgia.

Tabla XLIV
METALURGIA
(DISTRIBUCION POR INSTITUCION)

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Autónoma	1	—
Univ. Complutense	—	13
UNED	—	1
CSIC/Autónoma	1	—
CSIC	5	20
Zaragoza		
CSIC/Universidad	—	3
Barcelona		
Univ. Barcelona	—	4
Univ. Politécnica	—	1
CSIC	—	3
Sevilla		
Universidad	4	2
Palma de Mallorca		
Universidad	—	5
Santiago		
Universidad	—	3
Núm. de documentos	10	40

Tabla XLV
METALURGIA
(INDICE DE ACTIVIDAD)

	1985-86	1989-90
Madrid		
Univ. Autónoma	0,6	—
Univ. Complutense	—	2,5
UNED	—	4,6
CSIC/Autónoma	1,6	—
CSIC	1,3	1,3
Zaragoza		
CSIC/Universidad	—	0,3
Barcelona		
Univ. Barcelona	—	1,6
Univ. Politécnica	—	7,6
CSIC	—	0,8
Sevilla		
Universidad	5,5	1,1
Palma de Mallorca		
Universidad	—	6,7
Santiago		
Universidad	—	6,9

TABLA XLVI
METALURGIA (REVISTAS DE PUBLICACION)

Años 1985-86				
<i>Revista</i>	<i>Número de artículos</i>	<i>Número de orden</i>	<i>F. impacto</i>	<i>Nivel</i>
Acta Metallurgica.....	1	2	1,837	2
Corrosion Science	2	12	0,672	2
Hydrometallurgy	1	6	1,115	—
Journal of the Less - Common Metals	3	11	0,801	3
Metallurgical Transactions A -Physical Metallurgy and Materials Science.....	1	5	1,194	—
Scripta Metallurgica.....	2	8	1,028	2
Total	10			
Años 1989-90				
Acta Metallurgica.....	1	2	1,837	2
Corrosion.....	1	17	0,533	2
Corrosion Science	4	12	0,672	2
Journal of the Less - Common Metals	25	11	0,801	3
Materials Transactions	2	—	—	—
Scripta Metallurgica.....	4	8	1,028	2
Scripta Metallurgica et Materialia.....	3	8	1,028	—
Total	40			

Número revistas en materiales cerámicos SCI: 69

Colaboraciones nacionales e internacionales

Tanto las colaboraciones nacionales como las internacionales son escasas en 1985-86. El cambio importante se refiere a las colaboraciones internacionales, 19 documentos en 1989-90. Curiosamente, 10 artículos con colaboración internacional se publican en *Journal of the Less - Common Metals*, aunque las instituciones participantes no son siempre las mismas: el CSIC de Madrid con EE. UU., con Universidades inglesas, con la Complutense y el CNRS fran-

cés, con el CNR italiano. La Complutense de Madrid con universidades inglesas, el Instituto de Materiales de Aragón con EE. UU. y con el CNRS francés. La Universidad Balear coopera con una Universidad belga, con Argentina, con la Universidad Central de Barcelona y una universidad inglesa, etc.

Este subcampo científico, como ha ocurrido con física aplicada, se ha beneficiado de las aportaciones de investigadores que desde otros subcampos, como química analítica, han modificado la dirección de sus líneas de investigación.

CAPITULO 4

LA INVESTIGACION ESPAÑOLA DE MATERIALES EN EL ENTORNO INTERNACIONAL

Se indicó anteriormente que el SCI en versión CD-ROM tiene una particularidad que consiste en poder relacionar un artículo científico con su entorno utilizando la bibliografía o sección de referencias del artículo en cuestión. Se denominan «related records» de un determinado artículo científico aquellos artículos publicados en el mismo año, que contienen una o más referencias comunes con las del artículo con el que se comenzó la búsqueda. Una bibliografía común presupone unos temas de investigación relacionados;

cuanto mayor sea el número de referencias comunes, tanto más afines serán los artículos científicos.

Pues bien, partiendo de los artículos científicos de nuestra muestra, publicados por investigadores españoles en el año 1990, se procedió a crear un fichero de «documentos relacionados» en el que se introdujeron todos los artículos del CD-ROM del año 1990 que tenían dos o más referencias comunes con nuestros autores.

Los artículos con una sola referencia en común no

Tabla XLVII

DISTRIBUCION DE LOS «DOCUMENTOS RELACIONADOS» POR SUBCAMPO CIENTIFICO

<i>Subcampo científico</i>	<i>Número de documentos</i>	<i>%</i>	<i>Subcampo científico</i>	<i>Número de documentos</i>	<i>%</i>
Física de la materia condensada ..	380	17	Bioquímica y biología molecular .	9	0,4
Física aplicada	241	11	Farmacología	9	0,4
Química inorgánica	194	9	Química aplicada.....	6	0,2
Química física	188	8	Ciencias ambientales	5	0,2
Polímeros	175	8	Edafología	4	0,1
Física	164	7	Ingeniería	4	0,1
Química	151	7	Ingeniería química	4	0,1
Química orgánica	150	7	Instrumentos	3	0,1
Ciencia de materiales	142	6	Mecánica	3	0,1
Cristalografía	78	3	Ingeniería mecánica	3	0,1
Metalurgia	63	3	Física del plasma	2	0,1
Materiales cerámicos	54	2	Física de partículas	2	0,1
Física atómica	38	2	Física matemática	2	0,1
Química analítica	26	1	Energía y combustibles	2	0,1
Ingeniería eléctrica	25	1	Ciencia del papel y madera	1	0,04
Multidisciplinar	21	0,9	Biofísica	1	0,04
Ciencia tecnológica nuclear	21	0,9	Botánica	1	0,04
Mineralogía	18	0,8	Tecnología alimentos	1	0,04
Optica	16	0,7	Geociencias	1	0,04
Espectroscopía	15	0,6	Telecomunicaciones	1	0,04
Física nuclear	14	0,6			
Electroquímica	10	0,4	Total	2.250	

Tabla XLVIII

FACTOR DE IMPACTO ESPAÑOL E INTERNACIONAL POR SUBCAMPO CIENTIFICO

Subcampo científico	Factor de impacto medio		Valor Z (5%)	Significativo
	Español	Internacional		
Física materia condensada	2,194	2,969	5,783	Sí
Física aplicada	2,291	2,551	1,333	No
Química inorgánica	1,632	1,780	1,783	No
Química física	2,012	1,986	0,227	No
Polímeros	1,117	1,466	3,292	Sí
Física	2,121	3,363	2,481	Sí
Química	1,907	2,210	1,023	No
Química orgánica	1,721	1,680	0,335	No
Ciencia de materiales	0,822	0,986	3,037	Sí
Cristalografía	0,980	1,204	2,174	Sí
Metalurgia	0,807	1,176	5,348	Sí
Materiales cerámicos	1,128	1,148	t	No
Química analítica	0,567	0,736	t	No

se tuvieron en cuenta. La experiencia de una de las autoras con los modelos bibliométricos basados en referencias comunes ha enseñado que una única referencia en común es insuficiente para determinar similitudes.

Se obtuvieron 2.250 artículos que, siguiendo este razonamiento, corresponden a la población del SCI, que utiliza una bibliografía común con los autores españoles. Podemos presuponer que están investigando en nuevos materiales. Estábamos interesados en conocer cómo es la distribución de subcampos científicos y cuál es el factor de impacto de las revistas de publicación de este colectivo. El conjunto de revistas de publicación ascendió a 352, 12 de las cuales carecían de factor de impacto en 1989. Se han distribuido en 43 subcampos científicos.

La tabla XLVII presenta la distribución de los «documentos relacionados» por subcampo científico.

Dada la metodología empleada para obtener esta bibliografía, era de esperar que los subcampos científicos de partida arrastraran los mismos campos de toda la base de datos. Puede verse que esto ha sucedido así, pero no exactamente de la misma forma. En primer lugar, están presentes muchos más subcampos científicos que los iniciales pero, lo que es más interesante, la distribución porcentual de los mismos difiere de la española.

A la cabeza, y con el mismo porcentaje de documentos, se encuentra física de la materia condensada. El porcentaje de los siguientes subcampos varía, en muchos casos notablemente.

Obsérvese que el segundo puesto lo ocupa física aplicada, es decir, tiene más relevancia que en el perfil español de la distribución por subcampos científicos. Llama también la atención que la propia ciencia de materiales y los materiales cerámicos se encuentren en los puestos 9 y 12, respectivamente. Recuérdese que estos subcampos científicos son aquellos en

los que han publicado autores del SCI en el año 1990 y han utilizado referencias comunes con la población inicial, es decir, con los autores españoles.

Se han elaborado otros dos indicadores con el fin de comparar las publicaciones de los investigadores españoles con las de sus «pares» detectados por medio de los «documentos relacionados»; uno de ellos se refiere a la visibilidad que alcanzan los dos colectivos, medida por el factor de impacto de las revistas de publicación, y el segundo, al nivel más o menos básico de la investigación, medido por medio de los índices de Narin que se refieren igualmente a las revistas de publicación.

En la tabla XLVIII se representan los factores de impacto. Para cada uno de los subcampos científicos se calculó el factor de impacto medio, teniendo en cuenta el factor de impacto y el número de artículos aparecido en cada una de las revistas clasificadas en el subcampo en cuestión.

Puede observarse que en la mitad de los subcampos estudiados no hay diferencia significativa entre los factores de impacto medios español e internacional, en algunos subcampos el factor de impacto de los investigadores españoles es ligeramente superior al de los autores extranjeros. En aquellos subcampos científicos en los que la diferencia es significativa estadísticamente, ocurre que el factor de impacto medio de los investigadores extranjeros es siempre más elevado que el de los españoles.

En cuanto al indicador sobre cuán básica o aplicada es la investigación, se utilizó una muestra para señalar esta característica en las publicaciones extranjeras. Para ello, en cada subcampo científico se tomó el nivel de la revista más utilizada. Los resultados se muestran en la tabla XLIX. Además del nivel de la revista, en la última columna se indica el porcentaje de artículos que representa la revista en su subcampo

Tabla XLIX

NIVEL DE LAS REVISTAS MAS UTILIZADAS EN LOS «DOCUMENTOS RELACIONADOS»

<i>Subcampo científico</i>	<i>Revistas más utilizadas</i>	<i>Nivel</i>	<i>% artículos subc.</i>
Física materia condensada	Phys. Rev. B	4	49
Física aplicada	Physica C	—	31
Química inorgánica	Inorganic Chemistry	4	30
Química física	Surface Science	3	22
Polímeros	J. Macromol.	3	29
Física	Phys. Rev. Lett.	4	25
Química	J. Chem Soc.	4	24
Química orgánica	J. Organometal. Chem.	4	30
Ciencia de materiales	J. Mag. Mag. Mater	3	37
Cristalografía	J. Liquid. Crist.	—	23
Metalurgia	J. Less Common Metals	3	52
Materiales cerámicos	J. Non Cristal Solids	3	46
Química analítica	Thermochemica Acta	3	54

que, en algunos casos, corresponde a la mitad de las publicaciones. Comparando estos resultados con el nivel de las publicaciones españolas, puede verse que este colectivo de investigadores extranjeros, al igual que los españoles, publican preferentemente investigación básica.

Sería interesante poder comparar la actividad de los investigadores españoles con la que en otros países se realiza en ciencia de materiales, pero esto tendría que ser objeto de otro trabajo, dada la dificultad que entraña delimitar esta investigación multidisciplinar.

CAPITULO 5

LAS PUBLICACIONES SOBRE MATERIALES EN REVISTAS ESPAÑOLAS

Se indicó en la introducción de este estudio que se abordaría el tema de las publicaciones españolas, aun a sabiendas de lo poco apreciadas que son actualmente en los currícula de los investigadores. El condenar a priori a las revistas científicas españolas, asegurando que no publican investigación buena, es erróneo. Hemos abordado en algún estudio esta cuestión (23, 24) y hemos llegado a la conclusión de que la «bondad» de la investigación no se encuentra en la revista de publicación, sino en el grupo executor de la misma; tanto si es «bueno» como si no lo es, publica la misma calidad dentro y fuera de España. Una investigación referida a materiales, por su propio nombre parece algo tangible y que puede estar cerca de la industria y del logro de nuevos productos. Hemos visto que la investigación que se publica en las revistas extranjeras presentes en el SCI es, a juzgar por el tipo o nivel de las revistas utilizadas en su publicación, en su mayor parte, de carácter básico o fundamental. Aun suponiendo que las revistas españolas que publican los temas de materiales no sean de calidad óptima, es interesante conocer si la iniciativa política de fomentar esta investigación se ha traducido en la aparición de mayor número de artículos, aunque fuesen de divulgación, sobre el tema; si las revistas españolas sirven de canal de difusión para determinados colectivos; si los materiales sobre los que se publica y las zonas geográficas de publicación tienen alguna similitud con las industrias situadas en las mismas, y cuáles son las revistas más importantes en este campo. Son estos los puntos que vamos a desarrollar a continuación.

La fuente para obtener la bibliografía a analizar ha sido el Índice Español de Ciencia y Tecnología, base de datos creada por el Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC) del CSIC, en Madrid. Esta base de datos cubre todas las revistas españolas de ciencia y tecnología clasifica cada uno de los artículos siguiendo la clasificación UNESCO. Los temas que se refieren a materiales están agrupados bajo el epígrafe «Tecnología de materiales».

Se hizo una búsqueda bibliográfica en línea, en la que se obtuvieron las referencias bibliográficas publi-

cadas desde 1979 hasta 1990 (solamente el primer semestre de ese año).

Su distribución temporal, es decir, el número de documentos distribuidos de acuerdo al año de publicación, se presenta en la figura 29.

Obsérvese la disminución que se aprecia a partir de 1985, justamente cuando el interés científico por el tema desempeña un papel importante en la programación nacional. ¿Puede ello atribuirse a que los autores españoles se dirigen preferentemente a las revistas extranjeras abandonando las nacionales? ¿A que las instituciones que utilizan las revistas españolas para difundir sus resultados de investigación, noticias o divulgación han sido ajenas a los incentivos de promoción de la investigación en nuevos materiales?

Hemos intentado contestar a estos interrogantes por medio del análisis de diferentes parámetros de la bibliografía publicada en español.

5.1 REVISTAS DE PUBLICACION

En primer lugar llama la atención el elevado número de revistas en que han aparecido estos documentos, que asciende a 101. Una parte importante de



Fig. 29.—Evolución temporal del número de artículos aparecidos en revistas españolas.

Tabla L
ANALES DE INGENIERIA MECANICA

<i>Resistencia materiales</i>	<i>Plásticos</i>	<i>Mater. metalocerám.</i>	<i>Ensayos materiales</i>
Artículos: 124 Art. con ref. bib.: 119	Artículos: 4 Art. con ref. bib.: 4	Artículos: 5 Art. con ref. bib.: 5	Artículos: 4 Art. con ref. bib.: 4
<i>Esc. Tec. Sup. Ing. Cam.</i>	<i>Esc. Tec. Sup. Ing. Ind.</i>	<i>Esc. Tec. Sup. Ing. Ind.</i>	<i>Esc. Tec. Sup. Ing. Ind.</i>
Madrid 6	Zaragoza 2	Las Palmas 2	Madrid 1
Santander 5	Madrid 1	Madrid 1	Sevilla 1
Valencia 2	Sevilla 1	Bilbao 1	
Barcelona 1	Valencia 1		<i>Esc. Tec. Sup. Ing. Cam.</i>
	Las Palmas 1	<i>Esc. Tec. Sup. Ing. Min.</i>	Madrid 1
<i>Esc. Tec. Sup. Ing. Ind.</i>		Madrid 1	<i>Extranjero</i>
Sevilla 21		<i>Extranjero</i>	Chile 1
Madrid 19		Venezuela 1	
Barcelona 10			
Zaragoza 8			
Gijón 6			
Navarra 5			
Valencia 5			
Málaga 4			
Bilbao 4			
Las Palmas 2			
Valladolid 2			
Vigo 1			
<i>Esc. Tec. Sup. Ing. Min.</i>			
Oviedo 4			
Madrid 3			
<i>CSIC</i>			
Inst. Cien. Tec. Pol. 1			
Inst. Cien. Mater 1			
<i>Otros</i> 9			
<i>Extranjero</i>			
Venezuela, Chile e Inglaterra 8			
<i>Sin lugar de trabajo y con ref. bibliográfica</i> . 1			

estas revistas es de difusión de resultados, divulgación de noticias o presentación de productos. Estas características saltan a la vista por el elevado número de artículos que no tienen institución avalando el trabajo y el número de artículos sin referencias bibliográficas.

En aquellos artículos que indican la institución de los autores, se ha puesto de manifiesto que las Escuelas Técnicas Superiores han publicado sobre resistencia y ensayo de materiales, productos de arcilla, plásticos y tecnología de la madera. El CSIC ha publicado sobre resistencia de materiales, vidrio, cerámica, plásticos y arcilla. Las Facultades Universitarias han publicado sobre propiedades de materiales y materiales cerámicos, y las industrias sobre resistencia de materiales, arcilla, madera, plásticos y refractarios.

Con objeto de delimitar dentro de este colectivo aquellos autores que publican resultados de investigación, se identificaron las revistas que contenían el mayor número de artículos con referencias bibliográficas asumiendo, con un criterio muy amplio, que el apoyo bibliográfico respondía a algún tipo de investigación.

Las revistas, seleccionadas de este modo, han sido: *Anales de Ingeniería Mecánica* (comenzó a editarse en 1982 por la Asociación Española de Ingeniería Mecánica); *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* (editada desde 1972 por la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio); *Materiales de Construcción* (del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento, CSIC, desde 1949); *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo*

Tabla LI
BOLETIN DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CERAMICA Y VIDRIO

<i>Materiales cerámicos</i>	<i>Refractarios</i>	<i>Vidrio</i>	<i>Productos arcilla</i>
Artículos: 106 Art. con ref. bib.: 86	Artículos: 23 Art. con ref. bib.: 17	Artículos: 44 Art. con ref. bib.: 36	Artículos: 15 Art. con ref. bib.: 13
<i>CSIC</i>	<i>CSIC</i>	<i>CSIC</i>	<i>CSIC</i>
Inst. Ceram. Vidr. 39	Inst. Cerám. Vidrio 4	Inst. Cerám. Vidr 26	Inst. Recur. Natur. Agro- biol. 1
Inst. Inves. Geol. "J. Al- mera" 2	Dept. Invest. Fís. Quím. Fac. Quím. Univ. Se- villa 1	Inst. Quím. Org. Gen ... 1	Inst. Invest. Geol. «Jai- me Almera» 1
Inst. Edaf. Biol. Veg ... 2	<i>Esc. Téc. Sup. Ing. Ind.</i> Valencia 2	<i>Extranjero</i> México, Argentina, Fran- cia y Japón 4	Inst. Cerám. Vidrio 1
Cent. Edaf. Biol. Apl. Cuarto 1	<i>Fac. Cienc. Geol.</i> Zaragoza 1	<i>Otros</i> 6	Inst. C. y Téc. Polim. 1
Inst. Quím. Fís. "Roca- solano" 1	<i>Institutos</i> Inst. Geol. Min. Esp. (IGME) 1	<i>Sin identificar y con ref.</i> <i>bibliográf.</i> 3	Cent. Edafol. Biol. Apl. Cuarto 1
Inst. Cienc. Mater. 1			<i>Facultades Químicas</i> Sevilla 3
<i>Facultades Químicas</i> Valencia 12			Córdoba 2
Sevilla 10			Valencia 2
Alicante 1			<i>Fac. Cienc. Geológicas</i> Málaga 1
<i>Esc. Téc. Sup. Ing. Cam.</i> Valencia 1	<i>Extranjero</i> R.F.A., Japón y Estados Unidos 3		<i>Esc. Téc. Sup. Ing. Agron.</i> Córdoba 1
<i>Institutos</i> Asoc. Invest. Ind. Cerám. Castellón 3	<i>Otros</i> 2		<i>Esc. Téc. Sup. Ing. Ind.</i> Barcelona 1
Inst. Tecnol. Ceram. Va- lencia 3	<i>Sin identificar y con ref.</i> <i>bibliográf.</i> 6		<i>Institutos</i> Inst. Quím. Téc. Univ. Valencia 2
Inst. Quím. Apl. Diput. Valencia 3			<i>Extranjero</i> Argentina 1
Inst. Quím. Téc. Valen- cia 3			<i>Sin identificar y con</i> <i>ref. bibliográf.</i> 4
Inst. Geol. Min 1			
Inst. Quím. Téc. «Alfon- so el Magnánimo» 1			
<i>Otras Facultades</i> Fac. Geol. Univ. Barce- lona 2			
Col. Univ. Castellón 1			
Fac. Fís. Valencia 1			
Fac. Farm. Sevilla 1			
<i>Extranjero</i> Argentina 4			
<i>Otros</i> 11			
<i>Sin identificar y con ref.</i> <i>bibliográf.</i> 1			

Tabla LII
MATERIALES DE CONSTRUCCION

<i>Ensayos materiales</i>	<i>Propiedad mater.</i>	<i>Productos arcilla</i>	<i>Aglomerantes</i>	<i>Caliza</i>
Artículos: 4 Art. con ref. bib.: 4	Artículos: 5 Art. con ref. bib.: 5	Artículos: 7 Art. con ref. bib.: 6	Artículos: 64 Art. con ref. bib.: 57	Artículos: 4 Art. con ref. bib.: 4
<i>Esc. T. S. Ing. Ind.</i> Sevilla 3	<i>CSIC</i> Inst. Const. Cem. «E. Torroja» ... 1	<i>CSIC</i> Inst. Const. Cem. «E. Torroja» ... 2	<i>CSIC</i> Inst. Const. Cem. «E. Torroja» 41	<i>Fac. Cienc. Geol.</i> Oviedo 4
<i>Fac. Cienc. Geol.</i> Oviedo 1	<i>Esc. T.S. Arquitec.</i> Barcelona 2	<i>Fac. Cienc. Geol.</i> Oviedo 2	Conf. Esp. C. Inv. Mat. Estad. (CE- CIME) 1	
	<i>Fac. Cienc. Geol.</i> Oviedo 2	<i>Institutos</i> Lab. Ens. Invest. «L.Torrontegui» . 1	<i>Esc. T. S. Ing. Cam.</i> Valencia 2 Santander 1	
	<i>Fac. Física</i> Barcelona 1	<i>Extranjero</i> R. D. A. 1	<i>Esc. T. S. Ing. Indus.</i> Valencia 2	
	<i>Extranjero</i> Chile 1		<i>Esc. T. S. Arquit</i> 1	
			<i>Fac. Geología</i> Oviedo 2	
			<i>Fac. Química</i> Valladolid 1	
			<i>Otros</i> 3	
			<i>Extranjero</i> Argentina, Cuba, R.F.A., Yugosla- via, Colombia, Chile, etc. 7	

lo y Diseño en Ingeniería (comenzó a editarse en 1985 por la Universidad Politécnica de Cataluña); *Revista de Metalurgia* (del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, CSIC, desde 1965) y *Revista de Plásticos Modernos* (del Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros, CSIC, desde 1950).

En las tablas L-LV se presentan, para cada una de estas seis revistas, las instituciones que han publicado y en qué tema, según la clasificación UNESCO. Llama la atención la escasa presencia de las industrias. Se aprecia, sin embargo, que las escuelas politécni-

cas las utilizan para la publicación de sus resultados.

De estas seis revistas puede decirse que han obtenido una calificación satisfactoria en lo que se refiere al carácter científico de las mismas en el estudio de Evaluación de las Revistas Españolas de Ciencia y Tecnología, realizado en 1984 en el ICYT (25). La calificación de contenido científico tuvo como base la existencia de un comité científico, regularidad de publicación, años de existencia y tipo de artículos publicados (investigación, recopilación bibliográfica, traducción o divulgación).

Tabla LIII

**REVISTA INTERNACIONAL DE METODOS
NUMERICOS PARA CALCULO Y DISEÑO EN
INGENIERIA**

Resistencia de los materiales

Artículos: 21

Artículos con referencia bibliográfica: 20

Escuela Técnica Superior Ingenieros Industriales

Madrid	2
Sevilla	2
Valencia	1
Zaragoza	1

Escuela Técnica Superior Ingenieros Caminos

Barcelona	3
Santander	2
Madrid	1
Valencia	1

Extranjero

Argentina	4
EE. UU.	4
Polonia	1
Portugal	1
Inglaterra	1
Venezuela	1

Artículos sin lugar de trabajo 4

Tabla LIV

REVISTA DE PLASTICOS MODERNOS

Plásticos

Artículos: 45

Artículos con referencia bibliográfica: 33

CSIC

Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros 21

Otros

Construc. Aux. Ferroc. (CAF) S.A Zaragoza 5

Extranjero

Hoechst A.G R.F.A 2

Univ. Southern Mississippi, EE. UU. 1

Sin lugar de trabajo y con referencia bibliográfica . 4

Sin lugar de trabajo y sin referencia bibliográfica . 3

Tabla LV

REVISTA DE METALURGIA

<i>Ensayos materiales</i>	<i>Mater. metalocerám.</i>	<i>Prop. Materia.</i>	<i>Refractarios</i>	<i>Resist. mater.</i>
Artículos: 8 Art. con ref. bib.: 8	Artículos: 1 Art. con ref. bib.: 1	Artículos: 1 Art. con ref. bib.: 1	Artículos: 4 Art. con ref. bib.: 1	Artículos: 2 Art. con ref. bib.: 2
<i>Fac. Químicas</i>	<i>Fac. Químicas</i>	<i>Otros</i>	<i>Sin lugar de trabajo</i>	<i>Fac. Químicas</i>
Madrid 1	Barcelona 1	Cent. Estud. Invest. Téc. (Guipúzcoa) (CEIT)..... 1 4	Madrid 1 Barcelona 1
<i>Fac. Física</i>	<i>Otros</i>			<i>Institutos</i>
Madrid 1	Projacier S.A. (Barcelona) 1			Inst. Tecnol. Post-grad. 1
<i>Fac. Ciencias</i>				
Madrid 2				
Barcelona 2				
<i>Otros</i>				
Junt. Ener. Nuc. .. 2				
Cent. Est. Inv. T. 1				
Ensidesa S.A 1				
<i>Extranjero</i>				
Argentina 1				

5.2 DISTRIBUCION DE LAS PUBLICACIONES ESPAÑOLAS POR AUTONOMIA

Se ha visto anteriormente que las publicaciones en revistas extranjeras procedían de aquellos lugares en que se encuentran los Institutos de Ciencia de Materiales y las Facultades de Física. La participación de otros lugares era debida a colaboración con los centros activos en esta investigación.

En la creencia de que las publicaciones españolas podrían estar más cercanas a las industrias que elaboran materiales, se hizo una distribución de las mismas por autonomía y tema según la clasificación UNESCO. El resultado se presenta en la tabla LVI en la que se han clasificado cerca del 70% de los documentos, puesto que algo más del 30% carece de lugar de trabajo. Tampoco se han contabilizado en esta tabla los artículos firmados por autores extranjeros (alrededor de 100). Obsérvese que en Madrid se concentran casi un tercio de las publicaciones, Valencia ocupa el segundo lugar debido a las publicaciones de productos cerámicos. El tema que está más representado en las distintas comunidades autónomas es resistencia de materiales. La Comunidad de Aragón, ampliamente representada en las publicaciones extranjeras, ocupa un lugar mucho más modesto en las españolas.

Con objeto de averiguar si existe alguna similitud

entre los lugares en que se originaron los artículos y aquellos en que están situadas las industrias, se agruparon unos y otros por autonomía. Las industrias se han tomado de las empresas censadas en el directorio Fomento 1988 (18) contabilizando las clasificadas como cemento, cerámica, metales no féreos, plásticos y vidrio. El índice de correlación lineal del número total de industrias y documentos, distribuidos por autonomía, fue 0,514. Se obtiene una correlación un poco más alta (0,559) para las industrias de materiales cerámicos y los artículos sobre estos materiales. Existe, pues, una cierta relación entre las regiones elaboradoras de determinados productos y los artículos publicados sobre los mismos.

Se deduce de todo lo apuntado hasta ahora que los artículos referentes a materiales, publicados en español, aparecen dispersos en gran número de revistas. Muchos de ellos tienen un carácter de difusión/divulgación y el tema que tratan está relacionado, en cierto grado, con las industrias existentes. Sin embargo, existe un pequeño número de revistas, con mayor contenido científico, en el que se han identificado las instituciones que publican en ellas, destacando las Escuelas Técnicas Superiores de Ingeniería, así como el Instituto de Cerámica y Vidrio, el Instituto de la

Tabla LVI

DISTRIBUCION DE LOS ARTICULOS ESPAÑOLES POR AUTONOMIA Y TEMA

	Produc. arcill.	Ensay. mater.	Aglom.	Vidri.	Mater. metalcer.	Abras.	Caliza	Tecno. made.	Resis. mater.	Plasti.	Refra.	Prop. mater.	Mater. cerám.	Total
Madrid	30	29	90	29	2	—	1	46	43	56	7	14	57	403
Valencia	2	2	5	1	1	—	—	—	9	2	3	1	82	108
Cataluña	2	18	7	2	1	—	—	3	26	18	—	7	14	98
Andalucía	9	5	3	—	—	—	—	—	26	1	1	1	12	58
País Vasco	3	4	—	1	1	—	—	2	16	6	2	2	6	43
Asturias	1	3	5	7	—	—	4	—	8	—	—	8	3	39
Aragón	—	—	—	—	—	—	—	—	12	8	1	1	—	22
Castilla-León ...	—	—	1	—	—	—	—	—	3	—	—	—	11	15
Cantabria	2	—	3	—	—	—	—	—	7	—	—	—	—	12
Canarias	—	—	1	—	2	—	—	—	4	1	—	—	—	8
Galicia	—	—	1	—	—	—	—	1	4	—	—	—	2	8
Castilla-La Mancha	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
Murcia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
Sin identificar ..	6	14	205	17	—	3	4	68	17	41	24	12	77	488
Total	55	74	321	57	7	3	9	120	175	134	38	47	264	1.304

Nota: No se han contabilizado los artículos firmados por extranjeros.

Construcción y del Cemento y el Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros. Nos interesa averiguar si los investigadores que publican en revistas españolas son también autores de artículos en revistas extranjeras, o si se trata de dos poblaciones diferentes.

Esta parte del trabajo ha sido extremadamente laboriosa ya que las bases de datos no están normalizadas entre sí y ocurre que ni los nombres de los autores ni los de las instituciones están escritos de la misma forma. Se utilizaron las seis revistas españolas, anteriormente presentadas, para identificar los centros más productivos en ellas, y se buscaron estas mismas instituciones en el SCI. Posteriormente se identificaron manualmente los nombres de los investigadores comunes.

Los autores que, durante el período estudiado, han publicado en revistas extranjeras y españolas pertenecen a los Institutos del CSIC de la Construcción y del Cemento «Eduardo Torroja»; de Cerámica y Vidrio; de Ciencia y Tecnología de Polímeros; al Instituto de Tecnología Cerámica de la Universidad de Valencia, a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Indus-

triales de la Politécnica de Madrid y de Sevilla. Su número es reducido si se tiene en cuenta el número total de autores de las instituciones mencionadas que publican exclusivamente en revistas españolas o extranjeras. Sin embargo, son estos investigadores los que actúan de puente entre el sector investigador y el industrial dando a conocer los resultados de su investigación en revistas españolas. Se ha visto que cuando publican en revistas extranjeras lo hacen en el nivel 2 (el más próximo a la investigación aplicada) o en el 3 (revistas no exclusivamente básicas). Todo ello parece indicar que la investigación referente a materiales, de carácter básico, se hace pública en revistas extranjeras, y la investigación aplicada se canaliza mediante revistas españolas (obsérvese la presencia de las politécnicas en los *Anales de Ingeniería Mecánica* y en la *Revista Internacional de Métodos Numéricos*), existiendo un pequeño número de investigadores (todos ellos muy productivos por el número de artículos que han publicado) que utilizan ambos canales de difusión para dar a conocer la investigación que realizan.

CAPITULO 6

CONSIDERACIONES FINALES

Es posible que los estudios bibliométricos tengan tantos defensores como detractores. Entre la abundante literatura a que han dado lugar, se encuentra una crítica muy aguda fundada en la siguiente observación: confrontados los científicos con los resultados de un análisis bibliométrico puede ocurrir que estén de acuerdo con ellos y entonces dicen «para qué tanto trabajo, esto ya lo sabíamos», o que los resultados no se acomoden a sus juicios sobre el tema, en cuyo caso no se los creen. Ante esta perspectiva, puede parecer inútil el esfuerzo, tiempo y dinero invertidos en este trabajo. Sin embargo, aun a riesgo de decir algo ya sabido o algo que causa rechazo, nos aventuramos a hacer unas consideraciones acerca de los resultados que hemos obtenido.

Los indicadores bibliométricos han sido suficientemente sensibles como para detectar unos cambios ocurridos en la comunidad científica española, involucrada en uno u otro aspecto de la investigación dedicada a materiales.

Ha habido una respuesta positiva a un conjunto de estímulos de política científica y económica. Estos estímulos han repercutido, casi exclusivamente, en el desarrollo de la investigación básica en la que estaban involucrados los investigadores. Los rasgos más llamativos en el desarrollo de esta investigación han sido el fortalecimiento de la estructura interna del sistema investigador y su mayor penetración en la comunidad científica internacional. El primer rasgo se refleja en el mayor tamaño de los grupos de investigación y la más fuerte cohesión establecida entre ellos, fundiéndose en una investigación común, diferentes instituciones y distintos lugares geográficos; el segundo, en el mayor número de cooperaciones con institutos y universidades extranjeras y una presencia más amplia de los resultados de la investigación española en las revistas de mayor prestigio y popularidad a nivel mundial.

El conjunto de los investigadores, sin embargo, ha mantenido, con muy pocas modificaciones, su fidelidad a determinadas revistas. Esto se traduce en que no ha habido variaciones en cuanto al factor de impacto de las revistas de publicación, ni tampoco cuando los autores españoles publican con investigadores extranjeros. Es cierto que la mayor parte de los

artículos han sido publicados en revistas muy bien situadas en el ranking de los distintos subcampos científicos, en muchos casos revistas del mismo ranking en que publican sus pares extranjeros. Para saber si los autores españoles alcanzarán las citas que teóricamente les corresponden teniendo en cuenta el factor de impacto de las revistas en que han publicado o si recibirán más citas las publicaciones hechas con investigadores extranjeros se tendría que hacer un seguimiento en el Science Citation Index de 1993 y años posteriores.

Otra cuestión muy importante que también se ha intentado abordar, fue el ver si la investigación evoluciona hacia una vertiente aplicada y más próxima a la innovación tecnológica. Para ello se ha utilizado un indicador basado en los mismos principios del propio entorno investigador: la investigación básica se nutre de básica y la aplicada de aplicada. Con ello, las revistas están clasificadas a priori por sus propias referencias bibliográficas en más o menos básicas. Puesto que los investigadores españoles han conservado, en el tiempo que se ha estudiado, sus estrategias de publicación, quiere esto decir que los que publicaban en revistas clasificadas como básicas, lo siguen haciendo. Quizás en física de la materia condensada existen indicios de aparecer una investigación menos básica; en todo caso, la investigación de carácter más aplicado es la que se lleva a cabo en metalurgia. ¿Qué ocurre a nivel internacional? No podemos contestar definitivamente a esta pregunta; a juzgar por nuestros resultados, algo muy similar, pero téngase en cuenta que la muestra que hemos tomado de la comunidad internacional procede también del ámbito investigador y está limitada a los autores que han utilizado, en parte, referencias bibliográficas comunes con las de los autores españoles, por lo que parece lógica esta similitud.

Un pequeño número de revistas españolas son las que dan a conocer resultados de investigación aplicada; se encuentran como autores a investigadores de las Escuelas Técnicas Superiores y de algunos institutos del CSIC. Un reducido número de investigadores muy productivos, procedentes de estas instituciones, publican en revistas extranjeras y españolas.

En esta situación, los objetivos marcados en el úl-

timo plan nacional de nuevos materiales, con un marcado acento de desarrollo y logro de nuevos productos, supondrá un cambio drástico de adaptación por parte de la comunidad científica que hemos estudiado. Ignoramos el apoyo que pueden encontrar en las industrias españolas, ya que, bibliométricamente hablando, son invisibles en las bases de datos estudiadas. También es verdad que no hemos abordado el estudio de indicadores más tecnológicos como son los que se refieren a patentes, balance de pagos tecnológicos, participación en proyectos tecnológicos procedentes del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) o patrocinados por la Comunidad Europea.

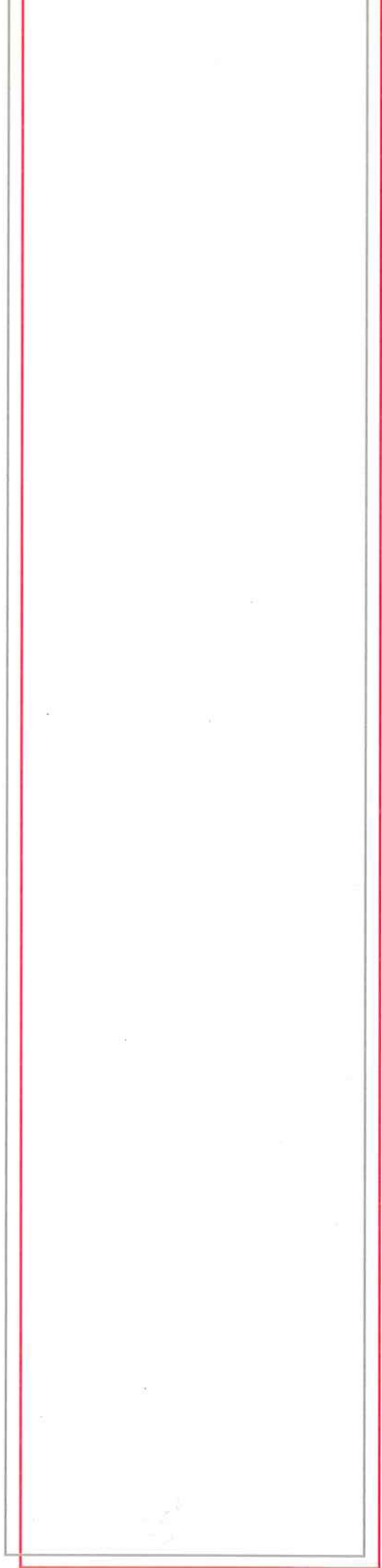
AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido llevado a cabo dentro del proyecto de investigación número PB0380, financiado por la Dirección General de Investigación Científica y Técnica.

Los autores agradecen la ayuda económica proporcionada por el Gabinete de Estudios de la Presidencia del CSIC y por la CICYT para publicar este estudio. También queremos agradecer a la señorita Olga Rodríguez su trabajo de mecanografía y la paciencia de que hizo gala en la composición de los dibujos y las tablas que acompañan al texto.

BIBLIOGRAFIA

- Merton R.: *The sociology of science*. University of Chicago Press, Chicago (1973).
- Price D. J. de Solla: *Little science, big science*. New York. Columbia University Press (1963).
- Martin B. R. and Irvine J.: Assessing basic research. *Research Policy*, 12 (1983), pp 61-90.
- Moed H. F, Burger W. J. M., Frankfort J. G. and Van Raan A. F. J.: The use of bibliometric data for the measurement of university research performance. *Research Policy*, 14 (1985), pp 131-149.
- Schubert A., Glänzel W. and Braun T.: World flash on basic research. *Scientometrics*, 16 (1989), pp 3-478.
- OECD: *Science and technology policy outlook* (1988).
- National Science Board: *Science and engineering indicators-1989*. Washington DC. U.S. Government Printing Office (1989).
- Narin F., Pinski G., Hofer G. H.: Structure of the biomedical literature. *J. American Society for Information Science*, vol. 27 (1970), pp 25-45.
- Noma E.: *Subject classification and influence weights for 3.000 journals*. Computer Horizons, Inc (1986).
- Schubert A., Zsindely S.: «Related records» in the science citation index CD edition used as standard reference in scientometric assessments (en prensa).
- Méndez A., Gómez I., Sanz E. y Morales E.: La inmunología española a través de sus publicaciones. *Inmunología*, 6 (1987), pp 50-61.
- Gómez I., Sanz E., Méndez A.: Utility of bibliometric analysis for research policy: A case study of Spanish research in neuroscience. *Research Policy*, 19 (1990), pp 457-466.
- Gómez I., Méndez A., Pedrós C., Barrigón S.: Producción bibliográfica de la farmacología experimental en España: Un estudio actualizado. *Rev. Farmacol. Clin. Exp.*, 6 (1989), pp 377-386.
- Baltá F. J., Ferrer S., Miravittles C. y Serratosa J. M.: *Potencia de física de materiales. Tendencias en física*. Universidad Internacional Menéndez Pelayo. Santander (1987).
- Programa movilizador de ciencia de materiales. *I Reunión Nacional de Ciencia de Materiales 1985*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Dirección General de Política Científica.: *Recursos humanos en Investigación y Desarrollo*. Secretaría de Estado Universidad e Investigación. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid (1986).
- Nomenclatura Internacional de la UNESCO para los campos de Ciencia y Tecnología*. Segunda versión en español (1987).
- Ramón Carlos (ed.): *Fomento de la producción. España 25.000*. Baratech. Barcelona (1988).
- Méndez A., Gómez I., Fernández M. T., López G.: Six years of Spanish scientific activity in physics and engineering through INSPEC and COMPENDEX. *Scientometrics*, 12 (1987), pp 81-100.
- Gómez I., Méndez A., Fernández M. T.: La química en España en 1985 a través del Chemical Abstracts. *Afinidad*, XLV (1988), pp 386-390.
- Méndez A., Gómez I., Rivas P.: La investigación española en farmacología y farmacia frente al Plan Nacional. *Mundo Científico*, 10 (1990), pp 62-69.
- Méndez A.: *Los indicadores de la ciencia de España y seis países europeos*. Ministerio de Educación y Ciencia. Secretaría de Estado de Universidades e Investigación (1988)
- Gómez I., Cano V., Sanz E., Méndez A.: A new application of bibliometric indicators for the assessment of research performance. *Proceedings of the First International Workshop on Science and Technology Indicators*. Leiden (1988). DSWO Press.
- Méndez A., Gómez I., Bordóns M.: Some indicators for assessing research performance without citations. *Scientometrics* (en prensa), 1992.
- Instituto de Información y Documentación en Ciencia y Tecnología: *Evaluación de las publicaciones periódicas españolas en Ciencia y Tecnología*. Informe (1984).



CINDOC

Centro de Información y
Documentación Científica

Joaquín Costa, 22. 28002 MADRID (España)
Telf.: 563 54 82-87. Fax: 564 26 44